



TUGAS AKHIR - RG141536

**PEMETAAN ZONA KERENTANAN GERAKAN
TANAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE
TIDAK LANGSUNG BERDASARKAN
KEPUTUSAN MENTERI ESDM NO.
1452/K/10/MEM/2000
(Studi Kasus : Kabupaten dan Kota Mojokerto)**

**ROBBY ARAFAD
NRP 3511 100 066**

**Dosen Pembimbing :
YANTO BUDISUSANTO, ST, M.Eng**

**JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

FINAL ASSIGNMENT - RG141536

**LANDSLIDE SUSCEPTIBILITY MAPPING
USING INDIRECT METHOD BASED ON
MINISTER OF ENERGY AND MINERAL
RESOURCES REGULATION NO.
1452/K/10/MEM/2000
(Case Study : Mojokerto City & Regency)**

**ROBBY ARAFAD
NRP 3511 100 066**

**Supervisor :
YANTO BUDISUSANTO, ST, M.Eng**

**DEPARTMENT OF GEOMATICS ENGINEERING
Faculty of Planning and Civil Engineering
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2016**

"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"

**PEMETAAN ZONA KERENTANAN GERAKAN TANAH
DENGAN MENGGUNAKAN METODE TIDAK
LANGSUNG BERDASARKAN KEPUTUSAN MENTERI
ESDM NO. 1452/K/10/MEM/2000**

(Studi Kasus : Kabupaten dan Kota Mojokerto)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Jurusan S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh

Robby Arafad

3511100066

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Yanto Budisusanto, S.T., M.Eng.

NIP. 19720613 200604 1 001

Surabaya, Januari 2016



**PEMETAAN ZONA KERENTANAN GERAKAN TANAH
DENGAN MENGGUNAKAN METODE TIDAK
LANGSUNG BERDASARKAN KEPUTUSAN MENTERI
ESDM NO. 1452/K/10/MEM/2000**

(Studi Kasus : Kabupaten dan Kota Mojokerto)

Nama Mahasiswa : Robby Arafad

NRP : 3511100066

Jurusan : Teknik Geomatika FTSP - ITS

Dosen Pembimbing : Yanto Budisusanto, ST, M.Eng

ABSTRAK

Bencana akibat gerakan tanah sering terjadi di Indonesia, bahkan tak jarang memakan korban jiwa, kerusakan infrastruktur dan kehancuran lahan. Karena itu perlu adanya suatu peta zona kerentanan gerakan tanah sebagai upaya preventif dalam penanggulangan bencana gerakan tanah yang belum terjadi dan sebagai salah satu parameter pertimbangan pengambilan keputusan bagi instansi terkait untuk meminimalisir kerusakan infrastruktur maupun korban jiwa. Dalam Keputusan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral No.1452/K/10/MEM/2000 dijelaskan bahwa untuk membuat peta zona kerentanan gerakan tanah dapat dilakukan salah satunya menggunakan metode tidak langsung dengan analisa SIG. Peta Parameter ditumpang susun dan kemudian dianalisa hingga menghasilkan zonasi kerentanan gerakan tanah. Wilayah studi kasus penelitian adalah di Kabupaten dan Kota Mojokerto, Jawa timur.

Analisa yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari perhitungan kerapatan (*density*) dan *skoring* nilai bobot (*weight value*) masing-masing peta parameter untuk mendapatkan nilai total kerentanan gerakan tanah. Nilai ini kemudian dihitung dengan metode statistik untuk penentuan klasifikasi zona kerentanan gerakan tanah yang dibagi atas: zona sangat rendah, rendah, menengah, dan tinggi. Dalam penelitian ini, diperoleh nilai minimum perhitungan bobot sebesar -0.0902 dan maksimum sebesar 0.17.

**LANDSLIDE SUSCEPTIBILITY MAPPING USING
INDIRECT METHOD BASED ON MINISTER OF
ENERGY AND MINERAL RESOURCES REGULATION
NO. 1452/K/10/MEM/2000**

(Case Study : Mojokerto City & Regency)

Name : Robby Arafad

NRP : 3511100066

Major : Geomatics Engineering

Supervisor : Yanto Budisusanto, ST, M.Eng

ABSTRACT

Landslide frequently occurred in Indonesia and causes economic, human, and environmental losses. However, preventive solutions required to minimize the effects. One of the preventive solutions for landslide mitigation is making a Landslide Susceptibility Map that can be used as reference for area development. It also can be a preventive ways to minimize losses due to landslide hazard. In Minister of Energy and Mineral Resources Regulation No.1452/K/10/MEM/2000 explained that there is a method to make Landslide Susceptibility Map called Indirect Method using GIS. All parameter maps overlaid and the weight calculated to generate Landslide Susceptibility Map. Study Case area was taken on Mojokerto City and Regency, East Java. Analysis using in this research based on Density calculation and weight value scoring each parameter maps to acquire

total value of landslide susceptibility. This value calculated using statistics to classify the class, such as: Very Low risk, Low risk, Medium risk, and High risk. Minimum & Maximum score of the calculation is -0.0902 and 0.17 respectively.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah robbil 'alamin.

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya berupa keimanan, kekuatan dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **PEMETAAN ZONA KERENTANAN GERAKAN TANAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE TIDAK LANGSUNG BERDASARKAN KEPUTUSAN MENTERI ESDM NO. 1452/K/10/MEM/2000 (Studi Kasus : Kabupaten dan Kota Mojokerto).**

Terselesainya Tugas Akhir ini, tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis sampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua Orang tua penulis, yang berkat doa, kerja keras dan dukungan mereka penulis dapat menyelesaikan seluruh kegiatan dan menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Yanto Budisusanto, ST, M.Eng. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan arahan dan bimbingan sebelum dan setelah pelaksanaan tugas akhir.
3. Pihak ESRI Indonesia, atas bantuan *grant* yang diberikan sehingga dapat meringankan kendala finansial dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Pihak IECC (ITS ESRI Community Center) dibawah arahan Lalu Muhamad Jaelani, ST. M.Sc., Ph.D. yang telah

membantu proses pendaftaran ESRI Indonesia *Fellowship program*.

5. Kawan-kawan G13 terkhusus untuk pejuang TA 113.
6. Kawan-kawan Eleventh Generation (LETHGEN) atas dukungan dan semangatnya.
7. Kawan-kawan kontrakan, ITS RIAU, IKAPLUS Surabaya, dan kawan-kawan Asrama Pangeran Antasari.
8. Semua pihak yang telah membantu tugas akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak mungkin penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, maka saran dan kritik demi perbaikan sangat diharapkan. Penulis berharap semoga laporan ini dapat memberi manfaat bagi semua pihak, khususnya bagi pihak ITS sebagai masukan dalam pengembangan sumber daya mahasiswa.

Surabaya, Januari 2016

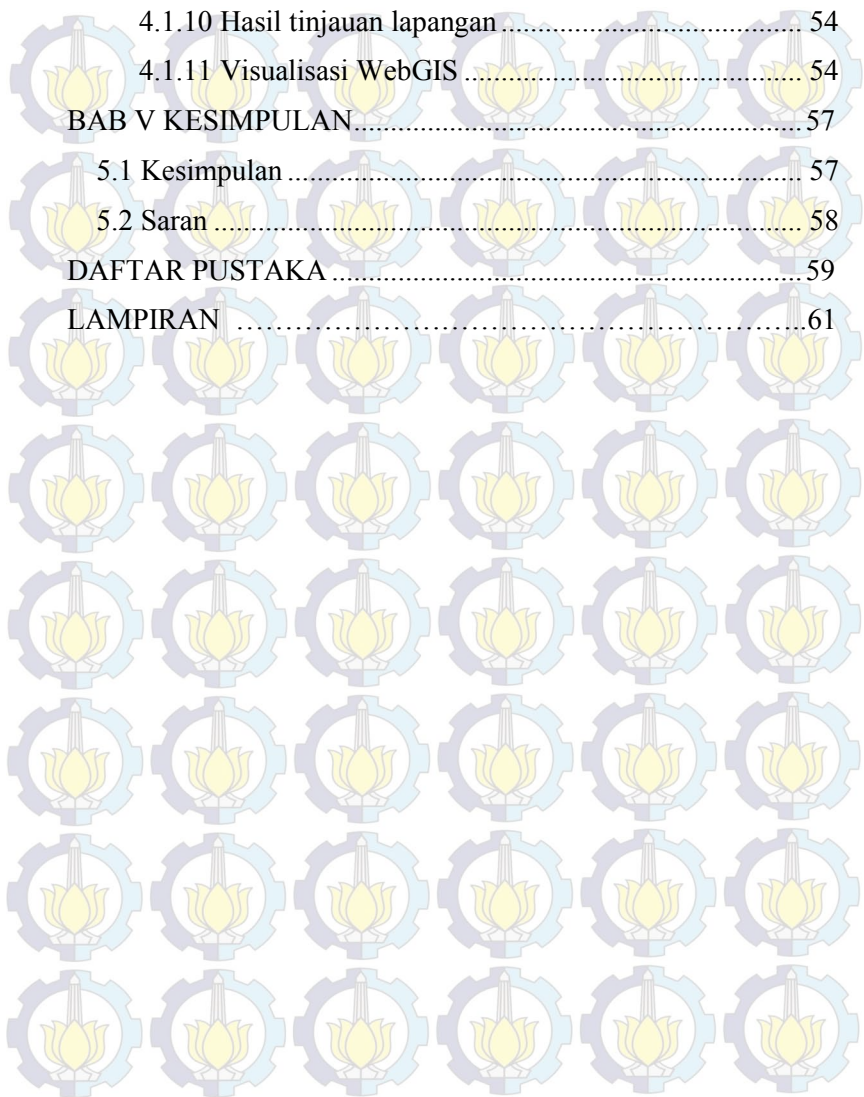
Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	v
LEMBAR PENGESAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Gerakan Tanah.....	5
2.1.1 Penyebab Gerakan Tanah.....	6
2.1.2 Klasifikasi Gerak Tanah.....	14
2.2 Sistem Informasi Geografis	19
2.2.1 Definisi.....	19
2.2.2 Subsistem SIG.....	19
2.2.3 Komponen.....	21
2.3 WebGIS.....	22

2.4 ArcGIS Online	23
2.5 SIG untuk kerentanan gerakan tanah	23
2.6 Penelitian Terdahulu	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Lokasi Penelitian.....	31
3.2 Data dan Peralatan	33
3.2.1 Data	33
3.2.2 Peralatan.....	33
3.3 Metodologi Penelitian	34
3.3.1 Tahapan Penelitian	34
BAB IV HASIL DAN ANALISA	37
4.1 Hasil.....	37
4.1.1 <i>Clipping</i> DEM SRTM 30 m.....	37
4.1.2 Ekstraksi Peta kemiringan lereng	39
4.1.3 Ekstraksi Peta sebaran gerakan tanah.....	41
4.1.4 Digitasi Peta Geologi	42
4.1.5 Digitasi Peta penggunaan lahan	44
4.1.6 Hubungan antara peta geologi dan peta sebaran gerakan tanah.....	45
4.1.7 Hubungan antara peta penggunaan lahan dan peta sebaran gerakan tanah	49
4.1.8 Hubungan antara peta kelas kemiringan lereng dan peta sebaran gerakan tanah.....	51
4.1.9 Hasil tumpang susun Gabungan.....	53

4.1.10 Hasil tinjauan lapangan.....	54
4.1.11 Visualisasi WebGIS.....	54
BAB V KESIMPULAN.....	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN.....	61





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gaya gravitasi pada benda di bidang miring.....	6
Gambar 2.2 Lereng terjal	8
Gambar 2.3 Tanah yang kurang padat	9
Gambar 2.4 Struktur batuan	9
Gambar 2.5 Tata lahan persawahan	10
Gambar 2.6 Bendungan	11
Gambar 2.7 Hasil erosi	12
Gambar 2.8 <i>Illegal logging</i>	14
Gambar 2.9 <i>Rock-fall</i>	15
Gambar 2.10 <i>Rockslide</i>	15
Gambar 2.11 <i>Debris Slide</i>	16
Gambar 2.12 <i>Debris flow</i>	16
Gambar 2.13 <i>Creep</i>	17
Gambar 2.14 <i>Blockslide</i>	17
Gambar 2.15 <i>Slump</i>	18
Gambar 2.16 <i>Subaqueous sand flow</i>	18
Gambar 2.17 Ilustrasi Sub-Sistem SIG	20
Gambar 3.1 Diagram alir pelaksanaan penelitian	34
Gambar 4.1 DEM SRTM Jawa Timur	38
Gambar 4.2 DEM Wilayah Mojokerto	39
Gambar 4.3 Peta Kemiringan lereng Kabupaten & Kota Mojokerto.....	40
Gambar 4.5 Peta sebaran gerakan tanah	42

Gambar 4.6 Peta Geologi Kabupaten & Kota Mojokerto	43
Gambar 4.7 Peta Penggunaan lahan Kabupaten & Kota Mojokerto	45
Gambar 4.8 Hasil tumpang susun antara peta geologi dan Peta Persebaran Gerakan Tanah.....	48
Gambar 4.9 Hasil tumpang susun antara peta penggunaan lahan dan Peta Persebaran Gerakan Tanah	50
Gambar 4.10 Hasil Tumpang susun antara peta kemiringan lereng dan Peta Persebaran Gerakan Tanah	52
Gambar 4.11 Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Kabupaten & Kota Mojokerto	54
Gambar 4.12 Tampilan WebGIS dengan ArcGIS Platform.....	55
Gambar 4.13 Fungsi yang disediakan pada platform Web	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh Range nilai bobot kerentanan tanah	27
Tabel 4.1 Formasi dan luasan gerakan tanah peta geologi.....	46
Tabel 4.2 Densitas dan bobot peta geologi	47
Tabel 4.3 Penggunaan lahan dan luasan gerakan tanah	49
Tabel 4.4 Densitas dan bobot penggunaan lahan.....	50
Tabel 4.5 Kelas kemiringan dan luasan gerakan tanah	51
Tabel 4.6 Densitas dan bobot kelas kemiringan lereng.....	52
Tabel 4.7 Besaran bobot tumpang susun gabungan.....	53



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa tahun belakangan, bencana akibat gerakan tanah makin sering terjadi, bahkan tak jarang memakan korban jiwa, kerusakan infrastruktur dan kehancuran lahan. Sepanjang Januari 2015, tercatat telah terjadi bencana akibat gerakan tanah sejumlah 88 kejadian di Indonesia. Dari semua kejadian tersebut tentu saja menyebabkan kerugian baik materi maupun korban jiwa. Karena itu perlu adanya suatu peta zona kerentanan gerakan tanah sebagai upaya preventif dalam penanggulangan bencana gerakan tanah yang belum terjadi dan sebagai salah satu parameter pertimbangan pengambilan keputusan bagi instansi terkait untuk meminimalisir kerusakan infrastruktur maupun korban jiwa.

Dalam Keputusan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral No.1452/K/10/MEM/2000 dijelaskan bahwa untuk membuat peta zona kerentanan gerakan tanah dapat dilakukan dengan 3 metode, yakni: tidak langsung, langsung, dan gabungan. Metode langsung adalah pemetaan zona kerentanan gerakan tanah dengan menggunakan data hasil pemetaan langsung di lapangan dengan memperhitungkan faktor: morfologi, litologi, struktur geologi dan lain-lain. Sedangkan metode tidak langsung adalah dengan prosedur analisis *overlaying* (tumpang susun) untuk mencari pengaruh faktor-faktor yang terdapat pada peta-peta parameter terhadap sebaran (distribusi) gerakan tanah, kemudian dengan analisis menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografis) dapat ditentukan zonasi kerentanan gerakan tanahnya. Sedangkan metode gabungan adalah gabungan antara metode langsung dan tidak langsung.

Pemetaan zona kerentanan gerakan tanah dilakukan dalam lingkup wilayah yang luas. Jika dilakukan dengan turun langsung ke lapangan, akan memakan waktu yang lama, biaya yang tidak

sedikit serta tidak semua wilayah dapat dijangkau oleh peneliti. Untuk itu, penulis memilih metode SIG yang dapat digunakan untuk menjangkau semua wilayah dan analisa yang dilakukan dapat dilakukan dalam jangka waktu yang relatif singkat.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, maka perumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana melakukan pemetaan zona kerentanan gerakan tanah dengan metode tidak langsung?
- b. Bagaimana teknik skoring untuk penentuan zona kerentanan gerakan tanah?
- c. Bagaimana membuat SIG berbasis web untuk menampilkan zona kerentanan gerakan tanah?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian tugas akhir ini adalah:

- a. Lokasi penelitian tugas akhir ini adalah wilayah Kabupaten dan Kota Mojokerto, Jawa Timur.
- b. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode tidak langsung berdasarkan Keputusan Menteri ESDM Nomor 1452 K/10/2000 menggunakan peta parameter.

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah:

- a. Mengetahui zona kerentanan gerakan tanah yang ada di wilayah Kabupaten dan Kota Mojokerto.
- b. Membuat peta zona kerentanan gerakan tanah Kabupaten dan Kota Mojokerto.
- c. Membuat SIG berbasis web untuk mempublikasikan wilayah rawan bencana gerakan tanah di area Kabupaten dan Kota Mojokerto.

1.5 Manfaat

Manfaat penelitian tugas akhir ini adalah:

- a. Mendapatkan informasi wilayah rentan bencana gerakan tanah yang ada di Kabupaten dan Kota Mojokerto.
- b. Dapat dijadikan sebagai salah satu rujukan untuk pengambilan keputusan terkait tata ruang di wilayah Kabupaten dan Kota Mojokerto.
- c. Dapat dijadikan sebagai bahan analisa resiko terjadinya bencana dan penanggulangannya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gerakan Tanah

Pengertian longsor (*landslide*) dengan gerakan tanah (*mass movement*) mempunyai kesamaan. Untuk memberikan definisi longsor perlu penjelasan keduanya. Gerakan tanah ialah perpindahan massa tanah/batu pada arah tegak, mendatar atau miring dari kedudukan semula. Gerakan tanah mencakup gerak rayapan dan aliran maupun longsor. Menurut definisi ini longsor adalah bagian gerakan tanah (Purbohadiwidjojo, dalam Panglular, 1985).

Jika menurut definisi ini perpindahan massa tanah/batu pada arah tegak adalah termasuk gerakan tanah, maka gerakan vertikal yang mengakibatkan *bulging* (lendutan) akibat keruntuhan pondasi dapat dimasukkan pula dalam jenis gerakan tanah. Dengan demikian pengertiannya menjadi sangat luas.

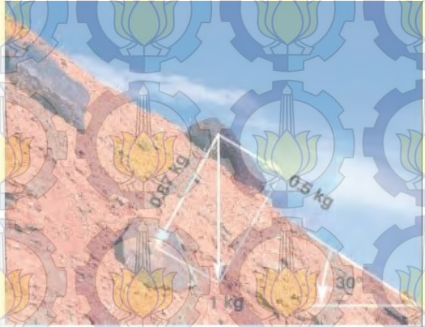
Kementerian ESDM dalam keputusannya memiliki definisi tersendiri tentang fenomena alam ini. Gerakan tanah adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan timbunan, tanah atau material campuran, bergerak ke arah bawah dan keluar lereng (Varnes, 1978 dalam keputusan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral No.1452/K/10/MEM/2000).

2.1.1 Penyebab Gerakan Tanah

Pergerakan tanah sendiri disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Pengaruh gaya gravitasi

Pada suatu tubuh batuan atau hancurannya yang terletak diatas lereng, mengalami gaya tarik gravitasi (g) kebawah (pusat bumi), seperti contoh pada gambar



Gambar 2.1 Gaya gravitasi pada benda di bidang miring
(Abdullah dkk., 2004)

Jika dimisalkan sudut pada bidang adalah α maka gaya gravitasi yang tegak terhadap bidang adalah ($g_p = g \sin \alpha$), menahan massa batuan pada bidang. Sedangkan yang sejajar bidang ($g_t = g \tan \alpha$) menarik massa batuan menuruni lereng. Jika $g_p > g_t$ maka batuan akan tetap pada tempatnya. Tetapi, apabila $g_p < g_t$ oleh karena lereng lebih terjal, maka batuan akan bergerak menuruni lereng. Gaya yang bergerak menuruni lereng ini disebut *shear stress*.

2. Gaya gesekan dalam

Faktor lain yang mempengaruhi keseimbangan atau kestabilan ini adalah gaya gesekan dalam. Gaya gesekan dan kohesi antar butir dalam tubuh batuan sendiri dinamakan *shear strength*. Selama *shear strength* lebih besar dari *shear stress* atau seimbang maka massa batuan tidak akan menuruni lereng. Hubungan keduanya dinyatakan sebagai faktor keamanan (*Safety Factor*, F_s). Nilai *shear stress* bertambah karena lereng menjadi curam akibat erosi, getaran gempa bumi dan bertambahnya beban. Dengan bertambahnya beban ini, dapat mengakibatkan $g \tan \alpha > g \sin \alpha$. *Shear strength* berkurang nilainya akibat pelapukan, berkurangnya pegangan akar tumbuhan dan kejenuhan air.

3. Pengaruh air

Meskipun tanah longsor sering terjadi pada musim hujan, namun air bukanlah penyebab utama dan juga bukan sebagai media transportasi tetapi mempunyai peran penting. Air hampir selalu terdapat pada batuan atau *regolith* dipermukaan bumi. Terdapat dalam pori-pori, rekahan atau antar butiran dalam batuan atau *regolith*.

Tegangan permukaan air menarik butiran-butiran disekitarnya sebagai daya tarik kapiler, sehingga memperbesar daya kohesi. Contohnya onggokan pasir basah dapat lebih tinggi daripada pasir kering. Tetapi apabila melampaui batas kejenuhan justru akan mengurangi daya kohesi.

Dari percobaan, ternyata bahwa tekanan air dibawah batuan dapat mengurangi gaya gesek (*friction*) antara batuan dasar dan material diatasnya. Pengaruh air pada gerak tanah adalah sebagai:

- a. Penambah beban (memperbesar g)
- b. Memperkecil daya kohesi, akibat tekanan air dan mungkin juga melarutkan perekat antar butir
- c. Tekanan keatas air akan mengurangi gaya gesek

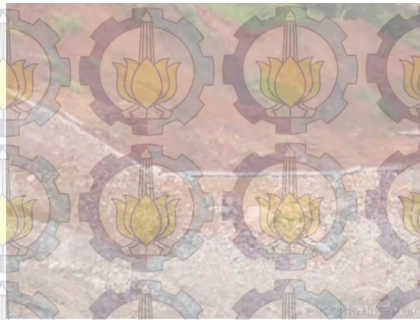
4. Lereng terjal



Gambar 2.2 Lereng terjal
(Sy, 2012)

Lereng atau tebing yang terjal akan memperbesar gaya pendorong. Lereng yang terjal terbentuk karena pengikisan air sungai, mata air, air laut, dan angin. Kebanyakan sudut lereng yang menyebabkan longsor adalah 18° apabila ujung lerengnya terjal dan bidang longsorannya mendatar.

5. Tanah yang kurang padat dan tebal.



Gambar 2.3 Tanah yang kurang padat
(Sasrawan, 2013)

Jenis tanah yang kurang padat adalah tanah lempung atau tanah liat dengan ketebalan lebih dari 2,5 m dan sudut lereng 22° . tanah jenis ini memiliki potensi untuk terjadinya tanah longsor terutama bila terjadi hujan. Selain itu tanah ini sangat rentan terhadap pergerakan tanah karena menjadi lembek terkena air dan pecah ketika hawa terlalu panas.

6. Batuan yang kurang kuat.

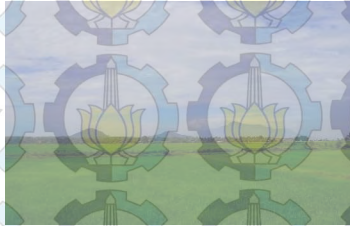


Gambar 2.4 Struktur batuan
(Mich, 2014a)

Batuan endapan gunung api dan batuan sedimen berukuran pasir dan campuran antara kerikil, pasir, dan lempung umumnya kurang kuat. Batuan tersebut akan

mudah menjadi tanah bila mengalami proses pelapukan dan umumnya rentan terhadap tanah longsor bila terdapat lereng yang terjal.

7. Jenis tata lahan



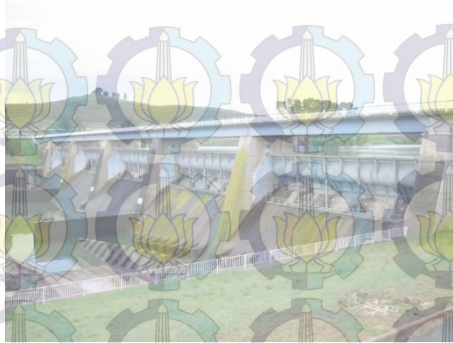
Gambar 2.5 Tata lahan persawahan
(trakeearth, 2011a)

Tanah longsor banyak terjadi di daerah tata lahan persawahan, perladangan, dan adanya genangan air di lereng yang terjal. Pada lahan persawahan akarnya kurang kuat untuk mengikat butir tanah menjadi lembek dan jenuh dengan air sehingga mudah terjadi longsor. Sedangkan untuk daerah perladangan penyebabnya adalah karena akar pohonnya tidak dapat menembus bidang longsor yang dalam dan umumnya terjadi di daerah longsor.

8. Getaran

Getaran yang terjadi biasanya diakibatkan oleh gempa bumi, ledakan, getaran mesin, dan getaran lalu lintas kendaraan. Akibat yang ditimbulkannya adalah tanah, badan jalan, lantai, dan dinding rumah menjadi retak.

9. Susut muka air danau atau bendungan



Gambar 2.6 Bendungan
(Pustaka PU, 2012)

Akibat susutnya muka air yang cepat di danau maka gaya penahan lereng menjadi hilang, dengan sudut kemiringan waduk 22° mudah terjadi longsor dan penurunan tanah yang biasanya diikuti oleh retakan.

10. Adanya beban tambahan

Adanya beban tambahan seperti beban bangunan pada lereng, dan kendaraan akan memperbesar gaya pendorong terjadinya longsor, terutama di sekitar tikungan jalan pada daerah lembah. Akibatnya adalah sering terjadinya penurunan tanah dan retakan yang arahnya kearah lembah.

11. Pengikisan/erosi



Gambar 2.7 Hasil erosi
(OE, 2013)

Pengikisan banyak dilakukan oleh air sungai kearah tebing. Selain itu akibat penggundulan hutan di sekitar tikungan sungai, tebing akan menjadi terjal.

12. Adanya material timbunan pada tebing



Gambar 2.9 longsor akibat timbunan tebing
(Rukdijati, 2015)

Untuk mengembangkan dan memperluas lahan pemukiman umumnya dilakukan pemotongan tebing dan penimbunan lembah. Tanah timbunan pada lembah tersebut belum terpadatkan sempurna seperti tanah asli

yang berada di bawahnya. Sehingga apabila hujan akan terjadi penurunan tanah yang kemudian diikuti dengan retakan tanah.

13. Adanya bekas longsoran lama

Longsoran lama umumnya terjadi selama dan setelah terjadi pengendapan material gunung api pada lereng yang relative terjal atau pada saat atau sesudah terjadi patahan kulit bumi.

Bekas longsoran lama memiliki ciri:

- adanya tebing terjal yang panjang melengkung membentuk tapal kuda.
- Umumnya dijumpai mata air, pepohonan yang relatif tebal karena tanahnya gembur dan subur.
- Daerah badan longsor bagian atas umumnya relatif landai.
- Dijumpai longsoran kecil terutama pada tebing lembah.
- Dijumpai tebing-tebing relatif terjal yang merupakan bekas longsoran kecil pada longsoran lama.
- Dijumpai alur lembah dan pada tebingnya dijumpai retakan dan longsoran kecil.

14. Adanya bidang diskontinuitas (bidang tidak sinambung)

Bidang tidak sinambung memiliki ciri:

- bidang perlapisan batuan
- bidang kontak antara tanah penutup dengan batuan dasar
- bidang kontak antara batuan yang retak-retak dengan batuan yang kuat.
- Bidang kontak antara batuan yang dapat melewati air dengan batuan yang tidak melewati air (kedap air)

- Bidang kontak antara tanah yang lembek dengan tanah yang padat.

15. Penggundulan hutan



Gambar 2.8 *Illegal logging*
(wwf, 2014)

Tanah longsor umumnya banyak terjadi di daerah yang relatif gundul dimana pengikatan air tanah sangat kurang.

16. Daerah pembuangan sampah

Penggunaan lapisan tanah yang rendah untuk pembuangan sampah dalam jumlah banyak dapat mengakibatkan tanah longsor apalagi ditambah dengan guyuran hujan, seperti yang terjadi di tempat pembuangan akhir sampah leuwigajah di cimahi.

17. Pemotongan lereng

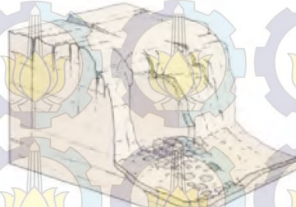
Pemotongan lereng untuk berbagai kepentingan atau penambangan/penggalian juga dapat menyebabkan terjadinya bencana gerakan tanah.

2.1.2 Klasifikasi Gerak Tanah

Meskipun akibatnya sama, perpindahan massa pada lereng diklasifikasikan menjadi beberapa jenis. Untuk pengklasifikasiannya, diperhatikan dari beberapa faktor mulai dari jenis massa, besar sudut lereng, kecepatan gerak dan lain-

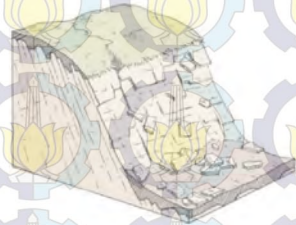
lainnya. Namun secara umum, bentuk gerakan tanah diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. *Rock-fall*, adalah batuan jatuh bebas dari lereng curam, dimana material lepas tidak dapat ditempatnya



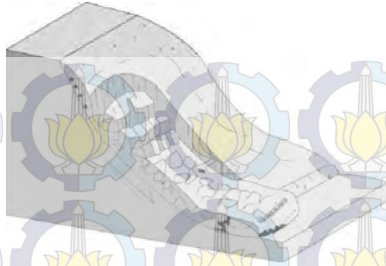
Gambar 2.9 *Rock-fall*
(Abdullah dkk., 2004)

- b. *Rockslide*, bergesernya material kebawah, cepat, melalui bidang perlapisan, kekar atau bidang lemah lainnya.



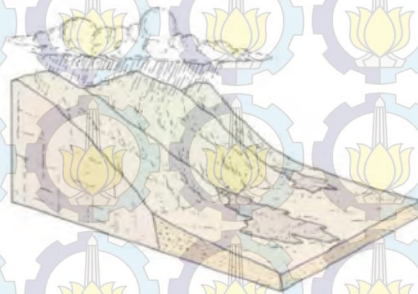
Gambar 2.10 *Rockslide*
(Abdullah dkk., 2004)

- c. *Debris Slide*, tanah dan fragmen batuan lepas, kering atau agak basah meluncur dengan cepat.



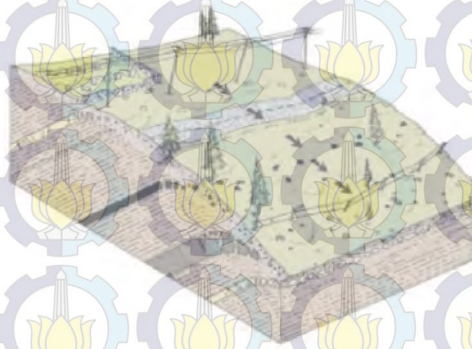
Gambar 2.11 Debris Slide
(Abdullah dkk., 2004)

- d. *Debris flow*, aliran campuran fragmen batuan, tanah, lumpur dan air, yang berlangsung cepat. Biasanya lumpur dan air dalam jumlah dominan.



Gambar 2.12 *Debris flow*
(Abdullah dkk., 2004)

- e. *Creep (rayapan)*, migrasi tanah dan fragmen batuan terlepas, perlahan turun ke arah lereng.



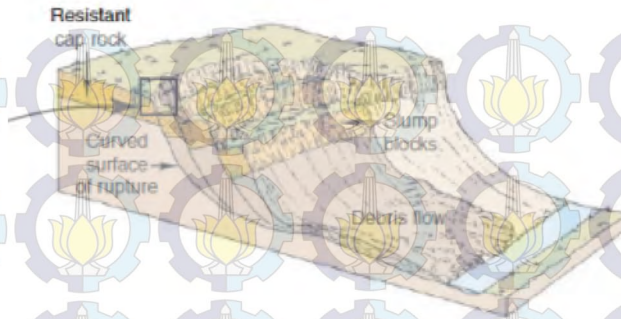
Gambar 2.13 *Creep*
(Abdullah dkk., 2004)

- f. *Blockslide*, bergesernya blok besar material, lambat, diatas lapisan material lemah, plastis seperti lempung atau lanau.



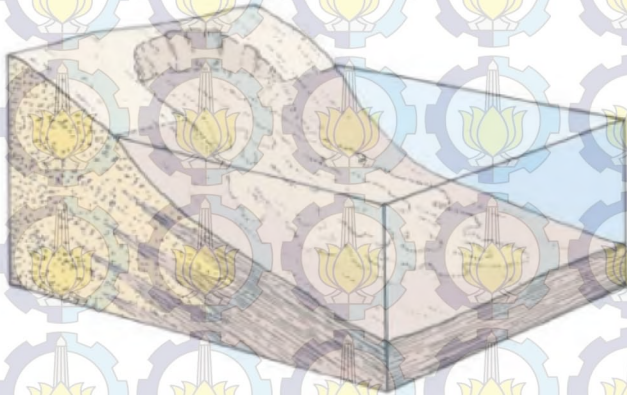
Gambar 2.14 Blockslide
(Abdullah dkk., 2004)

- g. *Slump*, gerak perlahan atau sedang tubuh batuan koheren sepanjang bidang lengkung, pada ujungnya ditemui *debris flow*.



Gambar 2.15 *Slump*
(Abdullah dkk., 2004)

- h. *Subaqueous sand flow*, aliran pasir atau lanau yang jenuh dibawah permukaan laut.



Gambar 2.16 Subaqueous sand flow
(Abdullah dkk., 2004)

2.2 Sistem Informasi Geografis

2.2.1 Definisi

SIG adalah sistem yang berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi-informasi geografis. SIG dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, dan melakukan analisis pada objek-objek dan fenomena dimana lokasi geografis merupakan karakteristik yang penting atau kritis untuk dianalisis. Sehingga, SIG merupakan sistem komputer yang mempunyai empat kemampuan-kemampuan dalam menangani data yang bereferensi geografis, yaitu: masukan, manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan data), analisis dan manipulasi data, dan keluaran data (Aronoff, 1989)

2.2.2 Subsistem SIG

SIG dapat diuraikan menjadi beberapa sub-sistem beserta masing-masing tugasnya sebagai berikut :

a. Data Input

Sub-sistem ini mempunyai tugas untuk mengumpulkan, mempersiapkan, dan menyimpan data spasial beserta data atributnya dari berbagai macam sumber. Sub-sistem ini juga harus mampu melakukan proses transformasi atau konversi format-format data asli menjadi format data yang dapat digunakan pada perangkat SIG yang digunakan.

b. Data Output

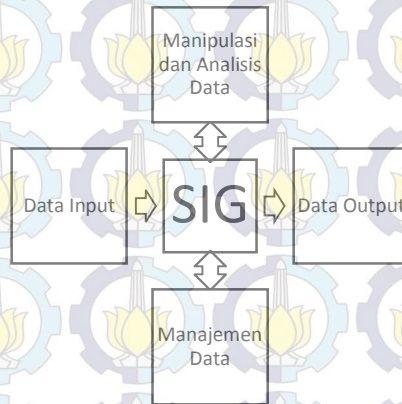
Sub-sistem ini mempunyai tugas untuk menampilkan atau menghasilkan suatu keluaran sesuai yang dikehendaki seluruh atau sebagian basis data spasial baik dalam bentuk *softcopy* seperti peta digital maupun bentuk *hardcopy* seperti peta garis.

c. Manajemen Data

Sub-sistem ini mempunyai tugas untuk mengorganisasikan data-data spasial dan tabel-tabel atribut yang berhubungan dengan sebuah sistem basis data sedemikian rupa sehingga dengan mudah dapat dipanggil kembali atau di-*retrieve* (dibuka kembali ke memori), di-*update*, dan di-*edit*.

d. Manipulasi dan Analisis Data

Sub-sistem ini mempunyai tugas untuk menentukan informasi-informasi apa yang dapat dihasilkan oleh SIG. Selain itu sub-sistem ini juga melakukan manipulasi (evaluasi dan penggunaan berbagai fungsi dan operator matematis dan logika) dan permodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan.



Gambar 2.17 Ilustrasi Sub-Sistem SIG
(Prahasta, 2009)

2.2.3 Komponen

Komponen penyusun Sistem Informasi Geografis adalah sebagai berikut:

a. Perangkat Keras

Perangkat keras dalam SIG adalah alat yang digunakan untuk pengguna SIG untuk berinteraksi secara langsung dengan operasi SIG, diantaranya dengan mengetik, menunjuk, mengklik, dan memberikan informasi pada layar alat atau menghasilkan suara yang ada artinya. Pada umumnya, alat-alat ini dapat ditunjang oleh komputer *PC Desktop* (termasuk *mouse*, monitor, *digitizer*, *printer*, *plotter*, dan *scanner*), *workstations*, dan *multi-user host*. Akan tetapi karena semakin berkembangnya teknologi maka alat-alat tersebut menjadi bermacam-macam dan makin fleksibel, seperti laptop, PDA (*Personal Digital Assistants*), dan *Smartphone* (telepon pintar)

b. Perangkat Lunak

Perangkat lunak adalah program komputer yang didesain khusus untuk mempunyai kemampuan pengelolaan, penyimpanan pemrosesan, analisis dan penayangan data spasial. Banyak sekali contoh dari perangkat lunak SIG, untuk perangkat lunak open source contohnya adalah ILWIS, GRASS, dan QGIS sedangkan untuk perangkat lunak komersial contohnya adalah ArcGIS dan ArcInfo.

c. Data

Data adalah informasi yang dibutuhkan dan diolah dalam pekerjaan SIG, dimana data yang digunakan adalah data grafis/spasial dan data atribut. Adapun jenis data yang diolah dalam SIG adalah sebagai berikut:

i. Data grafis/spasial adalah data yang merupakan representasi fenomena pada permukaan bumi yang memiliki referensi (koordinat) lazim berupa

peta, citra satelit, dan sebagainya atau hasil dari interpretasi data-data tersebut

- ii. Data atribut/non-spasial adalah data yang merupakan representasi dari aspek-aspek deskriptif dari fenomena yang dimodelkannya. Misalnya catatan survei, data sensus penduduk, dan data-data statistik lainnya.

d. Metode

Metode atau aplikasi adalah kumpulan dari berbagai prosedur yang digunakan untuk mengolah data hingga menjadi suatu informasi. Contohnya adalah klasifikasi, *tumpang susun*, *buffer*, *query*, penjumlahan, dan sebagainya.

e. Sumber Daya Manusia

Sumber Daya Manusia (SDM) merupakan komponen SIG yang menjalankan sistem meliputi mengoperasikan, mengembangkan, dan mendapatkan manfaat dari sistem. Kategori SDM yang menjadi bagian dari SIG bermacam-macam, diantaranya adalah operator, analis, *programmer*, *database administrator*, *stakeholder*, dsb.

2.3 WebGIS

Menurut Prahasta (2009), WebGIS adalah aplikasi GIS atau pemetaan digital yang memanfaatkan jaringan internet sebagai media komunikasi yang berfungsi mendistribusikan, mempublikasikan, mengintegrasikan, mengkomunikasikan dan menyediakan informasi dalam bentuk teks, peta digital serta menjalankan fungsi-fungsi analisis dan query yang terkait dengan GIS melalui jaringan internet. Sedangkan menurut Setiawan dan Rabbasa, penggunaan data spasial dirasakan semakin diperlukan untuk berbagai keperluan seperti penelitian, pengembangan dan perencanaan wilayah, serta manajemen sumber daya alam. Pengguna data spasial merasakan minimnya informasi mengenai keberadaan dan ketersediaan data spasial yang dibutuhkan. Penyebaran (diseminasi) data spasial yang selama ini dilakukan dengan menggunakan media yang telah ada yang meliputi media cetak (peta), cd-rom, dan media penyimpanan lainnya dirasakan

kurang mencukupi kebutuhan pengguna. Pengguna diharuskan datang dan melihat langsung data tersebut pada tempatnya (*data provider*). Hal ini mengurangi mobilitas dan kecepatan dalam memperoleh informasi mengenai data tersebut. Karena itu dirasakan perlu adanya WebGIS.

Arsitektur aplikasi pemetaan di web dibagi menjadi dua pendekatan sebagai berikut :

a) Pendekatan *Thin Server*

Pendekatan ini memfokuskan diri pada sisi *server*. Hampir semua proses dan analisis data dilakukan berdasarkan request di sisi *server*. Data hasil pemrosesan kemudian dikirim ke *client* dalam format standar.

b) Pendekatan *Thick Client*

Pada pendekatan ini, pemrosesan data dilakukan di sisi *client* menggunakan beberapa algoritma pemrograman.

Secara umum pengembangan dan implementasi WebGIS akan menunjang penyebaran informasi data spasial. Sehingga orang awam pun akan dapat memiliki akses terhadap data dan hasil analisis GIS.

2.4 ArcGIS Online

ArcGIS Online adalah *platform* teknologi yang kolaboratif dan berbasis *cloud* yang membantu dalam menciptakan, berbagi dan mengakses peta, aplikasi dan data.

ArcGIS Online memfasilitasi penerjemahan data statis menjadi peta yang berguna, bernilai, dan pintar. Setelah peta selesai, dapat dibagikan kepada klien melalui situs web atau media social. Peta yang dihasilkan sendiri dilindungi jaringan cloud ArcGIS Online yang datanya dapat dikendalikan sehingga tidak memerlukan perangkat lain.

2.5 SIG untuk kerentanan gerakan tanah

Zona kerentanan gerakan tanah adalah suatu areal/daerah yang mempunyai derajat kerentanan relatif (*relative susceptibility*) untuk terjadi gerakan tanah. Sedangkan peta zona kerentanan

gerakan tanah adalah peta yang memberi/memuat informasi tentang tingkat kecenderungan untuk dapat terjadi gerakan tanah.

Penggunaan SIG dalam pembuatan peta kerentanan gerakan tanah diatur dalam Keputusan Menteri ESDM Nomor 1452 tahun 2000. Dalam peraturan ini, SIG sendiri digunakan sebagai Metode tidak langsung. Cara tidak langsung adalah dengan prosedur analisis tumpang susun untuk mencari pengaruh faktor-faktor yang terdapat pada peta-peta parameter terhadap sebaran (distribusi) gerakan tanah, kemudian dengan analisis menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografi) dapat ditentukan zonasi kerentanan gerakan tanahnya.

Peta parameter adalah peta tematik yang digunakan sebagai peta dasar dalam analisis tumpang susun untuk penentuan kriteria zona kerentanan gerakan tanah. Peta parameter yang digunakan antara lain:

1. Peta geologi, adalah peta yang menggambarkan sebaran tiap batuan / formasi batuan, struktur geologi dan susunan stratigrafinya.
2. Peta tata lahan, adalah peta yang menggambarkan penggunaan lahan suatu wilayah dan dikelompokkan dalam lahan hutan, perkebunan, kebun campuran, tegalan, sawah dan pemukiman.
3. Peta sudut lereng, adalah peta yang menggambarkan besarnya sudut lereng suatu wilayah. Pembagian sudut lereng dikelompokkan dalam kisaran 0-5%, 10-15%, 15-30%, 30-70% dan >70%. Peta kemiringan lereng diperoleh dari ekstraksi *DEM SRTM 30 m*. *DEM SRTM 30 m* sendiri dipilih karena merupakan produk terbaru dari USGS sehingga dapat mewakili topologi paling baru dari wilayah penelitian dibandingkan menggunakan kontur RBI.

Metode tidak langsung dengan menggunakan SIG didasarkan atas perhitungan kerapatan (*density*) gerakan tanah dan nilai bobot (*weight value*) dari masing-masing unit/klas/tipe pada setiap peta parameter. Dua cara perhitungan dapat dilakukan, yaitu perhitungan berdasarkan luas gerakan tanah dan perhitungan berdasarkan jumlah dari gerakan tanahnya. Dalam pekerjaan ini digunakan perhitungan berdasarkan luas gerakan tanahnya.

Berikut beberapa istilah yang digunakan dalam pengolahan data bobot untuk pemetaan zona kerentanan gerakan tanah:

1. Unit adalah daerah satuan kelompok batuan yang mempunyai kesamaan dalam peta geologi.
2. Klas adalah daerah yang mempunyai kisaran kemiringan lereng sama dalam suatu peta sudut lereng.
3. Tipe adalah daerah yang mempunyai kesamaan dalam penggunaan lahan pada peta tata lahan.

Untuk menghitung kerapatan dari peta parameter digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kerapatan} = \frac{lgt}{lw}$$

(unit/klas/tipe)

Keterangan:

lgt = Luas gerakan tanah (pada unit/klas/tipe)

lw = Luas wilayah

Sedangkan nilai bobot dari tiap unit/klas/tipe pada setiap peta parameter dihitung sebagai berikut :

$$\text{Nilai bobot} = \frac{lgt}{lw} - \frac{lgt_p}{ldp}$$

Keterangan:

lgt = Luas gerakan tanah (pada unit/klas/tipe)
 lw = Luas wilayah
 lgtp = Luas gerakan tanah pada peta
 ldp = Luas Seluruh daerah peta

Tiap unit/klas/tipe dari individu peta parameter telah ditumpang susun dengan peta distribusi gerakan tanah pada tiap unit/klas/tipenya.

Prosedur perhitungan nilai bobot kerentanan tanah adalah sebagai berikut:

1. Tumpang susun antara peta parameter.
2. Hitung luas daerah yang terkena gerakan tanah dan luas seluruh peta.
3. Hitung kerapatan gerakan tanah (dalam persen) pada seluruh daerah peta.
4. Hitung kerapatan gerakan tanah (dalam persen) pada setiap unit/klas/tipe.
5. Hitung nilai bobot pada tiap unit/klas/tipe.
6. Pemberian nomor (urutan) nilai bobot pada tiap parameter.
7. Membuat tabel klasifikasi untuk mengklasifikasi ulang nilai bobot berdasarkan nilai parameter.
8. Jumlahkan semua nilai semua nilai dari tiap peta parameter.
9. Klasifikasikan hasil dari penjumlahan maksimal dibagi menjadi 4 zona, yaitu zona: kerentanan sangat rendah, rendah, menengah dan tinggi.

Hasil penjumlahan tersebut akan mempunyai kisaran dari nilai negatif hingga nilai positif tertentu. Misalnya dari -5 sampai dengan +8, sesuai dengan bobot pada peta. Cara pembagian zona

adalah terdiri dari : sangat rendah, rendah, menengah dan tinggi. Dengan patokan yang dapat digunakan adalah pada batas nilai 0 untuk batas antara zona rendah dan menengah. Selanjutnya semua nilai negatif dibagi dua menjadi zona sangat rendah dan rendah. Begitu juga dengan nilai positif dibagi dua menjadi zona menengah dan tinggi.

Contoh: hasil penjumlahan -5 sampai +8 dalam tabel dapat dibuat klasifikasi sebagai berikut:

Tabel 2.1 Contoh Range nilai bobot kerentanan tanah

Nilai	Status
-5 -4 -3	Zona sangat rendah
-2 -1 0	Zona rendah
1 2 3 4	Zona menengah
5 6 7 8	Zona tinggi

2.6 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian tentang pemetaan zona kerentanan gerakan tanah sudah pernah dilakukan. Salah satunya seperti yang diterbitkan Buletin Geologi Tata Lingkungan Vol. 22 No.2 Agustus 2012 Teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Pemetaan Zona Kerentanan Gerakan Tanah dengan Metode Tidak Langsung di Kabupaten Kuningan.

Penggunaan teknologi penginderaan jauh dipakai dalam mengidentifikasi zona rentan terhadap gerakan tanah. Interpretasi citra *landsat* dan *DEM* serta deliniasi penampakan daerah rawan bencana gerakan tanah termasuk daerah yang pernah terjadi bencana longsor dilakukan untuk mendapatkan peta sebaran gerakan tanah. Analisis tumpang susun hasil interpretasi dan deliniasi melibatkan parameter peta geologi, kemiringan lereng, dan tata guna lahan menggunakan perangkat sistem informasi geografis.

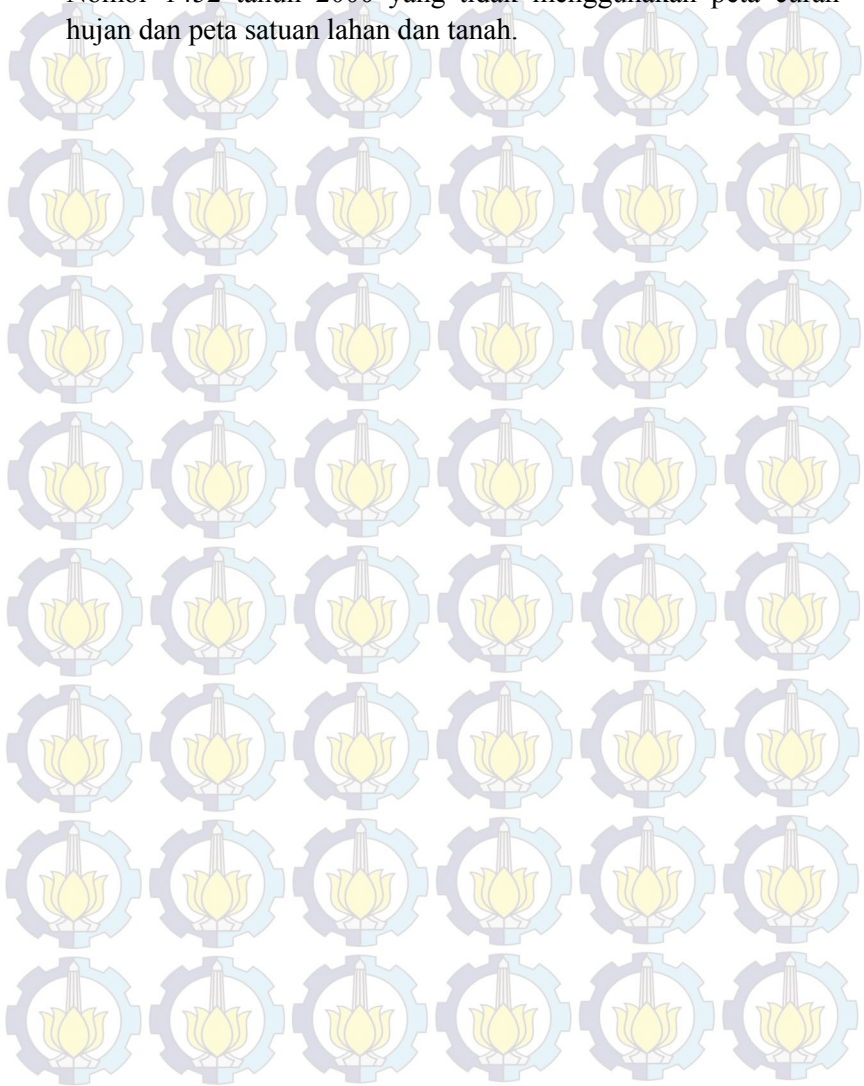
Dalam penelitian ini, ada sedikit perbedaan dengan penelitian sebelumnya. Interpretasi citra *landsat* tidak digunakan dalam identifikasi wilayah gerakan tanah, melainkan melalui

Interpretasi peta geologi. Selain itu, output penyajian informasi peta kerentanan gerakan tanah wilayah administrasi Mojokerto ini ditambah berupa webgis, sehingga dapat diakses oleh umum.

Selain itu, terdapat penelitian yang berjudul “Studi Kawasan Kerawanan Longsor Danau Maninjau, Sumatera Barat” yang merupakan penelitian Nur Martia, mahasiswa ITS. Penelitian tersebut menggunakan teknik Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan mengtumpang susun peta tematik dan metode *scoring*. Data yang digunakan yaitu Peta RBI Padang skala 1:50.000, Peta Geologi Padang skala 1:250.000 Tahun 1996, Data Curah Hujan Harian Danau Maninjau tahun 2000, dan Peta Satuan Lahan dan Tanah lembar Padang skala 1:250.000 tahun 1990. Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa, telah terjadi longsor dengan tingkat status bencana yang berbeda (tingkat rendah, sedang, dan tinggi).

Perbedaan dengan penelitian kali ini terdapat pada penggunaan peta curah hujan harian dengan peta satuan lahan dan tanah. Peneliti sebelumnya menggunakan kedua data tersebut karena dasar dari pembobotannya mengacu pada SK Menteri Pertanian No. 873/Kpts/UM/11/1980. Sedangkan untuk penelitian

saat ini, acuan yang dipakai adalah Keputusan Menteri ESDM Nomor 1452 tahun 2000 yang tidak menggunakan peta curah hujan dan peta satuan lahan dan tanah.





BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini mengambil studi kasus di wilayah Kabupaten dan Kota Mojokerto, Jawa Timur. Secara geografis wilayah Kabupaten dan Kota Mojokerto terletak antara $7^{\circ}18'35''$ s/d $7^{\circ}47''$ LS dan antara $111^{\circ}20'13''$ s/d $111^{\circ}40'47''$ BT.



Gambar 3.1 Wilayah Administratif Kabupaten Mojokerto
(BAKOSURTANAL, 2009)

Berdasarkan struktur tanahnya, wilayah Kabupaten Mojokerto cenderung cekung ditengah-tengah dan tinggi di bagian selatan dan utara. Bagian selatan merupakan wilayah pegunungan dengan kondisi tanah yang subur, yaitu meliputi Kecamatan Pacet, Trawas, Gondang, dan Jatirejo. Bagian tengah merupakan dataran sedang, sedangkan bagian utara merupakan daerah perbukitan kapur yang cenderung kurang subur.

Sekitar 30% dari keseluruhan wilayah Kabupaten dan Kota Mojokerto, tingkat kemiringan tanahnya lebih dari 15 derajat, sedangkan sisanya merupakan wilayah dataran sedang dengan tingkat kemiringan kurang dari 15 derajat.

Pada umumnya tingkat ketinggian wilayah di Kabupaten Mojokerto rata-rata berada kurang dari 500 meter diatas permukaan laut, dan hanya Kecamatan Pacet dan Trawas yang merupakan daerah terluas yang memiliki daerah dengan ketinggian lebih dari 700 meter di atas permukaan laut.

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian Tugas akhir ini antara lain:

- a. Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) digital Skala 1:25.000 wilayah Kabupaten Mojokerto
- b. Peta Geologi skala 1:100.000 lembar Mojokerto tahun 1983
- c. DEM SRTM 30 m

3.2.2 Peralatan

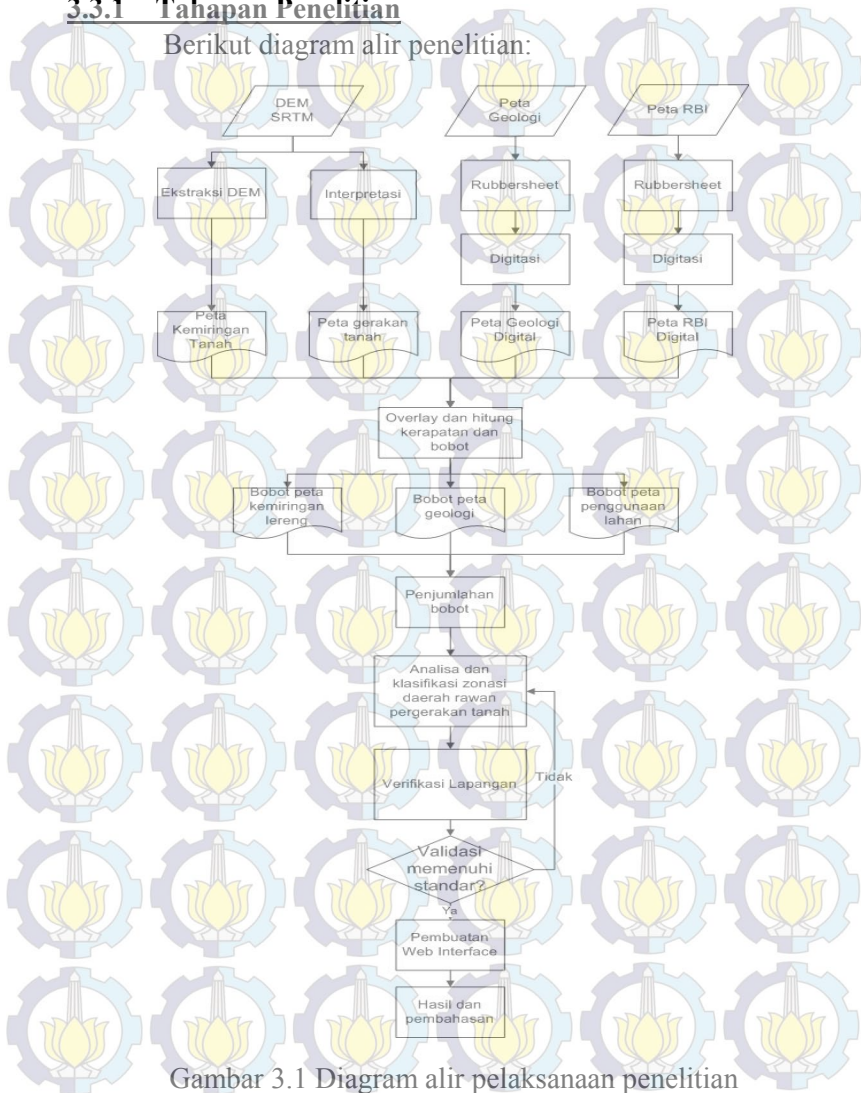
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Sistem Operasi Windows 7 untuk operasi perangkat lunak dan pengerjaan laporan
- b. ArcGIS 10.2.2 untuk pengolahan data peta digital
- c. Microsoft Excel 2013 untuk database data atribut peta

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Tahapan Penelitian

Berikut diagram alir penelitian:



Gambar 3.1 Diagram alir pelaksanaan penelitian

Penjelasan diagram alir:

- a. Konversi data. Data peta RBI dan geologi yang masih bertipe raster dikonversi menjadi format vector untuk digunakan dalam pengolahan data pada tahapan selanjutnya.
- b. DEM SRTM 30 m diekstraksi menjadi peta kemiringan tanah untuk selanjutnya dilakukan pengolahan data.
- c. DEM SRTM di interpretasi untuk menentukan peta pergerakan tanah.
- d. Seluruh peta ditumpang susun dan dihitung bobotnya dengan ketentuan sebagai berikut:
 1. Peta kemiringan dengan peta gerakan tanah sehingga menghasilkan bobot peta kemiringan lereng.
 2. Peta gerakan tanah dengan peta geologi sehingga menghasilkan bobot peta geologi.
 3. Peta gerakan tanah dengan peta tata guna lahan sehingga menghasilkan bobot peta tata guna lahan.
- e. Seluruh hasil pembobotan tadi dijumlahkan dan kemudian diklasifikasi sesuai standar yang ditetapkan oleh Kementerian ESDM.
- f. Validasi hasil dengan melakukan verifikasi langsung ke lapangan.



BAB IV

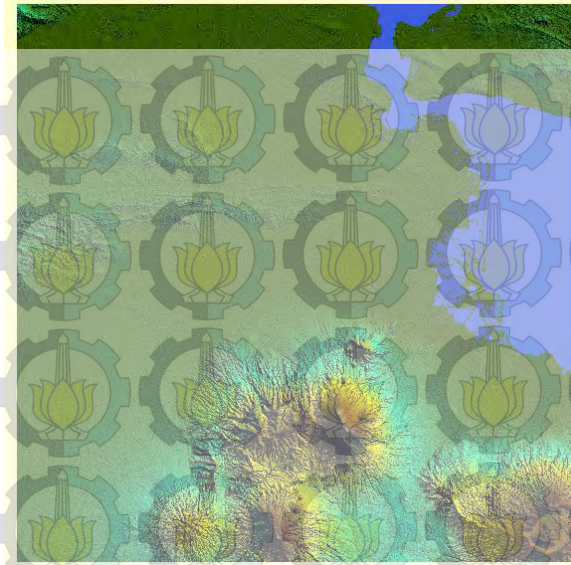
HASIL DAN ANALISA

4.1 Hasil

4.1.1 Clipping DEM SRTM 30 m

Digital Elevation Model (DEM) merupakan salah satu model untuk menggambarkan bentuk topografi permukaan bumi sehingga dapat divisualisasikan kedalam tampilan 3D (tiga dimensi). Ada banyak cara untuk memperoleh data DEM, interferometri *Synthetic Aperture Radar* (SAR) merupakan salah satu algoritma untuk membuat data DEM yang relatif baru. Data citra SAR atau citra radar yang digunakan dalam proses interferometri dapat diperoleh dari wahana satelit atau pesawat. *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) merupakan misi untuk membuat data topografi (DEM) dengan menggunakan sistem radar dari wahana pesawat ulang alik antariksa yang merupakan bagian penelitian internasional yang bertujuan untuk mendapatkan model elevasi digital pada skala global kecil dari 56° Lintang Selatan hingga 60° Lintang Utara untuk menghasilkan database bumi dalam bentuk topografi digital yang memiliki resolusi tinggi yang paling lengkap.

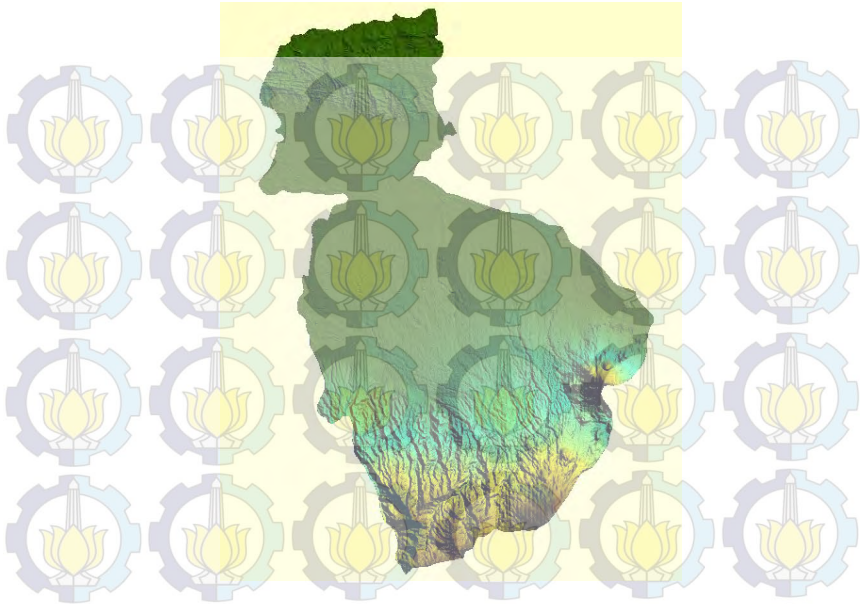
Sebelum menjadi data yang dapat diolah, terlebih dahulu DEM SRTM 30 m diunduh pada situs USGS. Area yang diunduh adalah Model Elevasi Digital di wilayah Jawa timur. Wilayah Jawa Timur sendiri berada pada indeks *path* 59/ *Row* 14.



Gambar 4.1 DEM SRTM Jawa Timur

Karena area yang begitu luas, maka DEM SRTM yang sudah diunduh perlu potong (*clip*) pada area penelitian untuk mempermudah analisis.

Clipping dilakukan di perangkat lunak *Global Mapper* dengan menggunakan poligon area kabupaten dan kota Mojokerto, Jawa Timur. Hasil clipping DEM SRTM wilayah Kabupaten dan Kota Mojokerto adalah sebagai berikut



Gambar 4.2 DEM Wilayah Mojokerto

4.1.2 Ekstraksi Peta kemiringan lereng

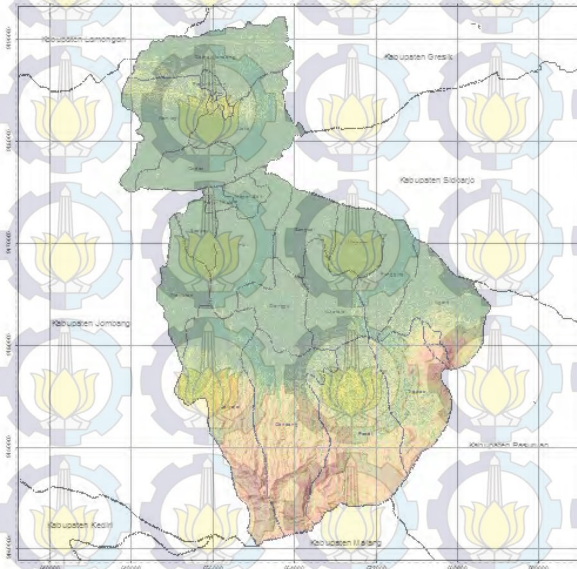
Dalam penelitian ini, digunakan DEM SRTM 30 m yang kemudian diekstraksi menjadi Peta kemiringan lereng. Peta kemiringan lereng digunakan sebagai salah satu peta parameter yang akan ditumpang susun dengan Peta sebaran gerakan tanah.

Peta kemiringan lahan diekstraksi menggunakan *ArcMap*, sebagai salah satu perangkat lunak yang dapat membentuk kemiringan lereng dengan metode *grid Triangulation*, yang berfungsi menyusun permukaan dari segitiga yang dibentuk dari titik-titik terdekat yang bersebelahan. Lebih lanjut, kelas lereng ini dibagi menjadi 6 satuan kelas berdasarkan klasifikasi Nichols and Edmunson (1975) yang diacu dalam Keputusan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral No.1452/K/10/MEM/2000.

Kelas kemiringan lereng dibagi atas 6 kelas berdasarkan Keputusan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral No.1452/K/10/MEM/2000 yakni:

1. Kelas kemiringan 0-5%
2. Kelas kemiringan 5-10 %
3. Kelas kemiringan 10-15%
4. Kelas kemiringan 15-30 %
5. Kelas kemiringan 30-70 %
6. Kelas kemiringan > 70 %

Berikut adalah hasil ekstraksi dari peta kemiringan lereng Kabupaten dan Kota Mojokerto :



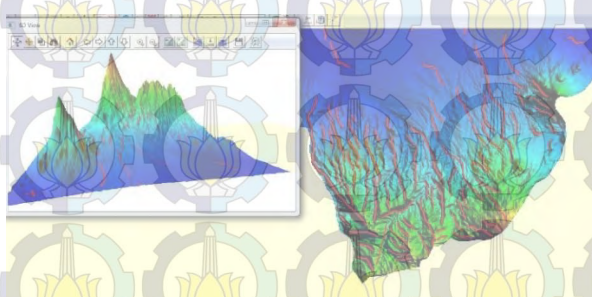
Gambar 4.3 Peta Kemiringan lereng Kabupaten & Kota Mojokerto

4.1.3 Ekstraksi Peta sebaran gerakan tanah

Peta sebaran gerakan tanah merupakan Peta sebaran gerakan tanah merupakan salah satu parameter penting dalam penyusunan peta zona gerakan tanah. Peta ini umumnya dihasilkan dari hasil pemetaan (pengukuran) langsung di lapangan yang dibagi dalam dua wilayah, yaitu wilayah yang mempunyai gerakan tanah dan wilayah yang tidak mempunyai gerakan tanah (Djadja, 1999).

Dalam pembentukan peta sebaran gerakan tanah, pendekatan interpretasi visual DEM STRM 30 m dilakukan untuk memetakan sebaran longsoran.

Interpretasi dilakukan di *software Global Mapper*. penampakan daerah longsor berupa torehan-torehan pada perbukitan membentuk alur-alur ke arah lembah. Torehan tersebut menyerupai bentuk tapal kuda dengan arah longsoran ke arah lembah yang lebih dalam. Di samping itu penampakan longsor dapat dicirikan oleh bentuk gawir yang terjal, pola rekahan sejajar dengan tebing longsor dan kelembaban tanah di lereng bawah tebing. Bentuk longsoran tersebut dideliniasi secara visual baik gawir longsor, arah longsor, pola rekahan, dan bidang gelincir (*sliding plane*), maupun areal longsor, dan akhirnya membentuk peta sebaran longsor. (Yunarto, 2012)



Gambar 4.4 Interpretasi DEM

Hasil dari interpretasi DEM SRTM 30 m berupa peta sebaran gerakan tanah adalah sebagai berikut:



Gambar 4.5 Peta sebaran gerakan tanah

4.1.4 Digitasi Peta Geologi

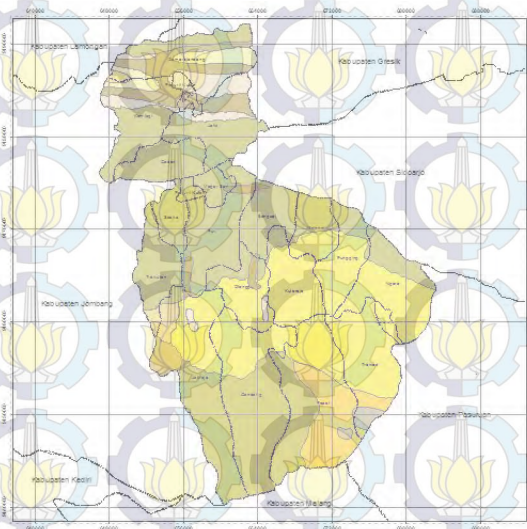
Peta geologi, adalah peta yang menggambarkan sebaran tiap batuan / formasi batuan, struktur geologi dan susunan stratigrafinya.

Wilayah Kabupaten dan Kota Mojokerto dalam peta geologi terbitan Pusat penelitian dan Pengembangan Geologi terbagi dalam 4 Peta Indeks, antara lain:

1. Indeks no. 1508-6 wilayah Mojokerto skala 1:100.000
2. Indeks no. 1508-3 wilayah Kediri skala 1:100.000
3. Indeks no. 1608-1 wilayah Malang skala 1:100.000
4. Indeks no. 1608-4 wilayah Surabaya skala 1:100.000

Peta geologi wilayah Mojokerto dalam bentuk raster di-*rubbersheet* dan kemudian dikonversi kedalam bentuk vektor.

Berikut adalah hasil digitasi peta geologi wilayah Mojokerto:



Gambar 4.6 Peta Geologi Kabupaten & Kota Mojokerto

Keterangan dari masing-masing simbol formasi pada legenda Peta Geologi adalah sebagai berikut:

- QTI (Formasi lidah) : Batulempung bersisipan batupasir gampingan dan batugamping.
- QTp (Formasi Pucangan) : Breksi, Batupasir tufan bersisipan batulempung dan konglomerat.

- Qa (Aluvium) : kerakal, kerikil, pasir, lempung, dan setempat pecahan cangkang fosil.
- Qpj (Formasi Jombang) : Breksi, Batupasir tufan, Batulempung tufan, lempung, Batugamping, dan tuf.
- Qpat (Batuan gunungapi anjasmara tua) : Breksi gunungapi, lava, tuf dan retas.
- Qp (Batuan Gunungapi Kuarter Bawah) : Breksi gunungapi, breksi tuf, lava, tuf dan aglomerat.
- Qpk (Formasi kabuh) : Batupasir, tufan bersisipan batulempung, konglomerat dan tuf.
- Qpn (Formasi notopuro) : breksi, batupasir tufan dan tuff.
- Qpnv (Formasi notopuro) : breksi, batupasir tufan dan tuff.
- Qpva (batuan gunungapi anjasmara muda) : breksi gunungapi, tuf, lava dan lahar.
- Qv (Batuan gunungapi kuarter atas) : Breksi gunungapi, lava, tuf, breksi tufan, aglomerat, dan lahar.
- Qvaw (Batuan gunungapi arjuna-welirang) : breksi gunungapi, lava, breksi tufan, dan tuf.
- Qvdl (Endapan lahar) : kerakal-pasir gunungapi, tuf, lempung dan sisa tumbuhan atau peradaban.
- Tpl (formasi lidah) : batulempung biru, setempat kehitaman, kenyal, pejal dan keras bila kering, miskin fosil; lensa tipis batulempung pasir.
- Tpsa (Formasi Sonde) : Napal berselingan dengan batupasir dan tuff.

4.1.5 Digitasi Peta penggunaan lahan

Peta tata lahan, adalah peta yang menggambarkan penggunaan lahan suatu wilayah dan dikelompokkan dalam lahan hutan, perkebunan, kebun campuran, tegalan, sawah dan pemukiman.

Peta RBI wilayah Mojokerto dalam bentuk raster di-*rubbersheet* dan kemudian dikonversi menjadi bentuk vektor. Peta

RBI terbitan BAKOSURTANAL untuk wilayah Kabupaten dan Kota Mojokerto termuat didalam indeks peta antara lain: 1508-324, 1508-341, 1508-342, 1508-343, 1508-344, 1508-621, 1508-622, 1508-623, 1508-624, 1608-113, 1608-131, 1608-132, 1608-133, 1608-134, 1608-411.



Gambar 4.7 Peta Penggunaan lahan Kabupaten & Kota Mojokerto

4.1.6 Hubungan antara peta geologi dan peta sebaran gerakan tanah

Hubungan antara peta geologi dan peta sebaran gerakan tanah ditunjukkan oleh tabel 2. *Range* bobot hasil penjumlahan geologi terhadap sebaran gerakan tanah berkisar antara -0,02682 hingga 0,05367. Bobot paling tinggi terdapat pada formasi batuan gunungapi anjasmara muda sebesar 0,05367. Sedangkan bobot paling rendah terdapat pada formasi jombang sebesar -0,02682.

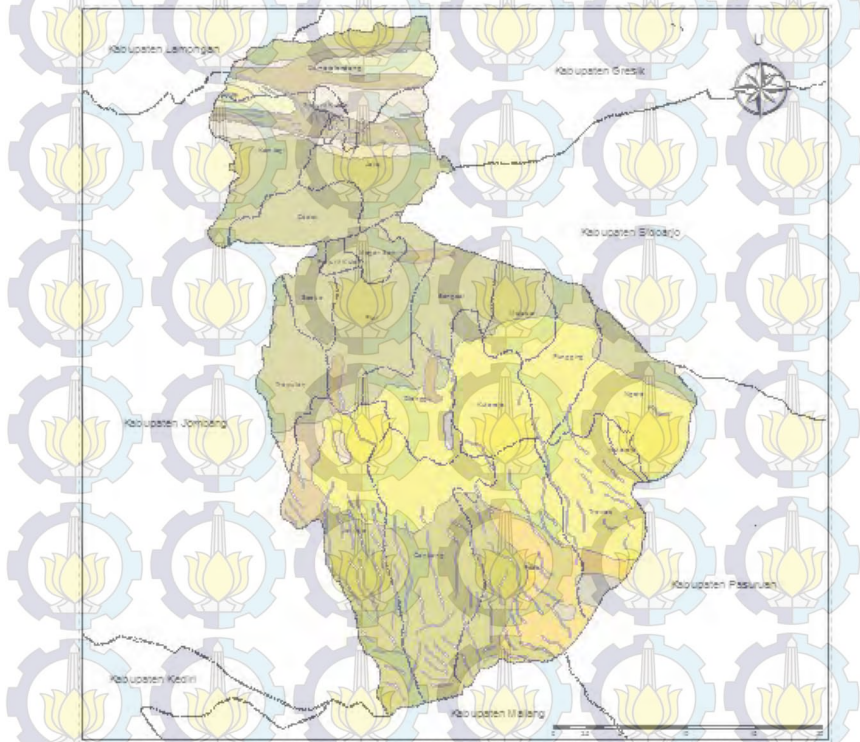
Tabel 4.1 Formasi dan luasan gerakan tanah peta geologi

Simbol	Formasi	Luasan (m²)	Luas gerakan (m²)
QTp	Formasi Pucangan	50722783,490	2689175,012
Tpso	Formasi Sonde	2396154,449	105943,169
Qpk	Formasi kabuh	38657797,88	305035,6125
Qv	Batuan gunungapi kuartar atas	308116510,713	6368400,944
Qp	Batuan Gunungapi Kuartar Bawah	1603228,586	81683,22657
Qvdl	Endapan lahar	10558397,003	162823,187
Qpk	Formasi kabuh	38657797,88	305035,6125
Qpat	Batuan gunungapi anjasmara tua	9740226,395	783034,006
Qpva	batuan gunungapi anjasmara muda	158857384,846	12785849,329
Qvaw	Batuan gunungapi arjuna-welirang	54075983,613	2972474,058
Qpj	Formasi Jombang	5504660,374	0,000
Qp	Batuan Gunungapi Kuartar Bawah	1603228,586	81683,22657
Qa	Aluvium	337926105,826	454010,465
QTI	Formasi lidah	21304927,259	258233,0188
Qpnv	Formasi notopuro	10241895,974	86123,058

Tabel 4.2 Densitas dan bobot peta geologi

Simbol	Formasi	Densitas	bobot
QTp	Formasi Pucangan	0,053	0,02620
Tpso	Formasi Sonde	0,044	0,01740
Qpk	Formasi kabuh	0,008	-0,01892
Qv	Batuan gunungapi kuartar atas	0,021	-0,00615
Qp	Batuan Gunungapi Kuartar Bawah	0,051	0,02413
Qvdl	Endapan lahar	0,015	-0,01139
Qpk	Formasi kabuh	0,008	-0,01892
Qpat	Batuan gunungapi anjasmara tua	0,080	0,05358
Qpva	batuan gunungapi anjasmara muda	0,080	0,05367
Qvaw	Batuan gunungapi arjuna-welirang	0,055	0,02815
Qpj	Formasi Jombang	0	-0,02682
Qp	Batuan Gunungapi Kuartar Bawah	0,051	0,02413
Qa	Aluvium	0,001	-0,02547
QTI	Formasi lidah	0,012	-0,01469
Qpvn	Formasi notopuro	0,008	-0,01841

Hasil tumpang susun antara peta geologi dan Peta Persebaran Gerakan Tanah adalah sebagai berikut:



Gambar 4.8 Hasil tumpang susun antara peta geologi dan Peta Persebaran Gerakan Tanah

4.1.7 Hubungan antara peta penggunaan lahan dan peta sebaran gerakan tanah

Hubungan antara peta penggunaan lahan dan peta sebaran gerakan tanah ditunjukkan oleh tabel 4. *Range* bobot hasil penjumlahan parameter penggunaan lahan terhadap parameter sebaran gerakan tanah berkisar antara -0,02681542 hingga 0,056255565. Bobot tertinggi terdapat pada hutan lahan kering sebesar 0,056255565. Sedangkan bobot terendah terdapat pada tempat tinggal sebesar -0,02681542.

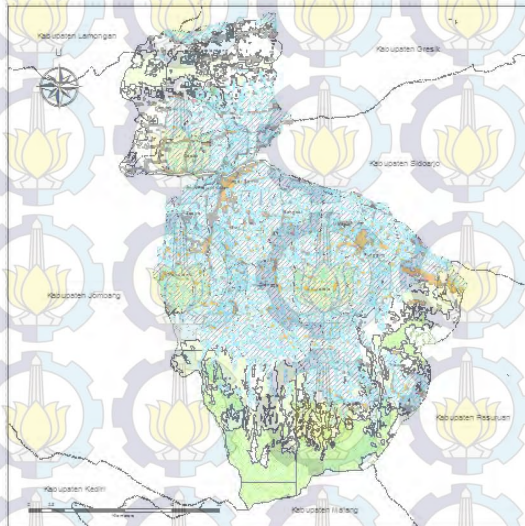
Tabel 4.3 Penggunaan lahan dan luasan gerakan tanah

Nama	Luasan (m²)	Luas Gerak Tanah (m²)
Alang-alang	50147903,81	1566968,923
hutan lahan kering	115060435,2	9558183,16
Perkebunan	161056363,7	7620955,983
Permukiman	131191927,7	650047,1204
Sawah	358847387,8	3598543,103
tempat tinggal	835160,9986	0

Tabel 4.4 Densitas dan bobot penggunaan lahan

Nama	Densitas	Bobot
Alang-alang	0,031246948	0,004431532
hutan lahan kering	0,08307098	0,056255565
Perkebunan	0,047318565	0,020503149
Permukiman	0,004954932	-0,02186048
Sawah	0,01002806	-0,01678736
tempat tinggal	0	-0,02681542

Hasil tumpang susun antara peta penggunaan lahan dan Peta Persebaran Gerakan Tanah adalah sebagai berikut:



Gambar 4.9 Hasil tumpang susun antara peta penggunaan lahan dan Peta Persebaran Gerakan Tanah

4.1.8 Hubungan antara peta kelas kemiringan lereng dan peta sebaran gerakan tanah

Hubungan antara peta kelas kemiringan lereng dan peta sebaran gerakan tanah ditunjukkan oleh tabel 3. *Range* bobot hasil penjumlahan parameter kelas kemiringan lereng terhadap parameter sebaran gerakan tanah berkisar antara -0,025106339 hingga 0,068294202. Bobot tertinggi terdapat kelas kemiringan lereng 30-70% sebesar 0,056255565. Sedangkan bobot terendah terdapat pada kelas kemiringan lereng 5-10% sebesar -0,02681542.

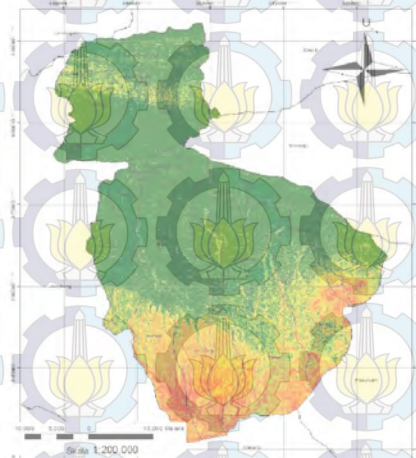
Tabel 4.5 Kelas kemiringan dan luasan gerakan tanah

Kemiringan	Luasan (m²)	Luas Gerakan Tanah (m²)
0-5%	744555024,6	8009135,023
5-10%	300277,1908	513,1966176
10-15%	548285,2568	5723,344989
15-30%	226341498,3	15570399,001
30-70%	22153816,82	2107041,045
> 70%	15754734,56	1379380,055

Tabel 4.6 Densitas dan bobot kelas kemiringan lereng

Kemiringan	Densitas	Bobot
0-5%	0,010757	-0,016058474
5-10%	0,001709	-0,025106339
10-15%	0,010439	-0,016376789
15-30%	0,068792	0,041976207
30-70%	0,09511	0,068294202
> 70%	0,087553	0,060737951

Hasil tumpang susun antara peta kemiringan lereng dan Peta Persebaran Gerakan Tanah adalah sebagai berikut:



Gambar 4.10 Hasil Tumpang susun antara peta kemiringan lereng dan Peta Persebaran Gerakan Tanah

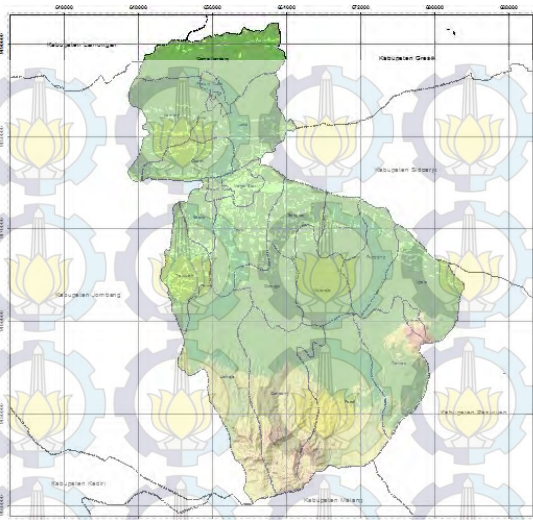
4.1.9 Hasil tumpang susun Gabungan

Setelah bobot masing-masing parameter peta geologi, peta penggunaan lahan, dan peta kelas kemiringan lereng terhadap peta sebaran gerakan tanah diperoleh, langkah selanjutnya adalah menumpang susun masing-masing poligon pada masing-masing unit, kelas serta tipe tersebut dan kemudian menjumlahkan nilai bobot yang terdapat pada poligon yang saling tumpang susun tersebut.

Rentang bobot hasil penjumlahan seluruh parameter yang ada pada peta geologi, peta penggunaan lahan dan peta kelas kemiringan berkisar antara -0,0902 hingga 0,1782. Keseluruhan poligon yang ada setelah proses tumpang susun dan penjumlahan berjumlah 44.451 poligon. Selanjutnya seluruh poligon ini diurutkan mulai dari skor terkecil hingga yang terbesar. Hasil penjumlahan bobot ini dikelompokkan menjadi 4 kelas sesuai urutannya, yaitu: Kerentanan gerakan tanah sangat rendah, rendah, menengah dan tinggi.

Tabel 4.7 Besaran bobot tumpang susun gabungan

Kelas Kerentanan	Range bobot
Sangat Rendah	-0,0902 s.d -0,05831
Rendah	-0,05831 s.d 0,07455
Menengah	0,07455 s.d 0,15269
Tinggi	0,15269 s.d 0,1782



Gambar 4.11 Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Kabupaten & Kota Mojokerto

4.1.10 Hasil tinjauan lapangan

Untuk melihat kesesuaian hasil analisa SIG dalam pembobotan dengan keadaan dilapangan, dapat dilakukan dengan mengambil sampel dokumentasi beberapa titik yang disebar di beberapa area yang ada di dalam wilayah penelitian. Dari 30 titik yang diambil dokumentasinya 27/30 menunjukkan kesesuaian. Hasil dapat dilihat pada lampiran E.

4.1.11 Visualisasi WebGIS

Agar dapat diketahui oleh publik, maka Visualisasi hasil Pembobotan berbentuk peta dipublikasikan dalam bentuk WebGIS.

Tautan untuk visualisasi peta kerentanan gerakan tanah dapat diakses pada :

<http://www.arcgis.com/apps/Viewer/index.html?appid=4ee72f4363ab414ab47f4445aca21acb>



Gambar 4.12 Tampilan WebGIS dengan ArcGIS Platform

Fungsi yang disediakan antara lain:

Landslide Susceptibility Map Mojokerto... Find address or place



Gambar 4.13 Fungsi yang disediakan pada platform Web

- Mengganti Basemap
- Menampilkan layer yang diinputkan (dalam bentuk legenda)
- Measure untuk mengukur besaran jarak dan luas
- Share
- Print
- Location



BAB V

Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat berdasarkan hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Jumlah luasan Kerentanan Gerakan Tanah Kabupaten dan Kota Mojokerto adalah sebagai berikut:
 - a. Wilayah dengan kerentanan gerakan tanah sangat rendah tercatat seluas 68.483.676,26 m²,
 - b. Wilayah dengan kerentanan gerakan tanah rendah seluas 736.542.603,4 m²,
 - c. Wilayah dengan kerentanan gerakan tanah menengah seluas 178.763.508,2 m²,
 - d. Wilayah dengan kerentanan gerakan tanah tinggi seluas 26.515.005,07 m².
2. Daerah dengan tingkat kerentanan gerakan tanah per kelas masing-masing tersebar di wilayah antara lain:
 - a. Kerentanan gerakan tanah sangat rendah tersebar di Kecamatan Trowulan, Sooko, Puri, Bangsal, Mojosari, Pungging, Ngoro, Jetis, Kemlagi, Gedek, Magersari dan Prajurit Kulo.
 - b. Daerah dengan kerentanan gerakan tanah rendah tersebar diseluruh kecamatan yang ada di Kabupaten dan Kota Mojokerto.
 - c. Daerah dengan tingkat kerentanan daerah menengah tersebar di sebagian Kecamatan Jatirejo, Gondang, Pacet, Trawas, Kutorejo dan Ngoro.
 - d. Sedangkan daerah dengan tingkat kerentanan gerakan tanah tinggi berada di, Kecamatan Trawas, Pacet, Kutorejo, Pacet, Gondang, Jatirejo dan sebagian kecil kecamatan Ngoro.

5.2 Saran

1. Optimalisasi peta zona kerentanan gerakan tanah dapat dicapai dengan cara menggabungkan antara metode langsung dan tidak langsung.
2. Perlu adanya sosialisasi yang intensif kepada masyarakat tentang hasil riset agar dapat mencegah kerusakan dan korban jiwa.



DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, Chalid Idham ; Brahmantyo, Budi; Magetsari, Noer Azis;. (2004). *Geologi Fisik*. Bandung: PENERBIT ITB.

anonim. (2011a, 12 03). *trakearth.com*. Retrieved from [trakearth.com:
http://www.trakearth.com/gallery/Asia/Malaysia/West/Kedah/photo1090378.htm](http://www.trakearth.com/gallery/Asia/Malaysia/West/Kedah/photo1090378.htm)

anonim. (2012, april 20). *pustaka.pu.go.id*. Retrieved from [pustaka.pu.go.id:
http://pustaka.pu.go.id/new/infrastruktur-bendungan.asp](http://pustaka.pu.go.id/new/infrastruktur-bendungan.asp)

anonim. (2014, august 06). *wwf*. Retrieved from [wwf:
http://wwf.panda.org/wwf_news/?226854/EU-countries-failing-to-halt-illegal-timber-trade](http://wwf.panda.org/wwf_news/?226854/EU-countries-failing-to-halt-illegal-timber-trade)

anonim. (2014a, 10 14). <http://www.michanarchy.com/>. Retrieved from [http://www.michanarchy.com/
http://www.michanarchy.com/2014/10/geologi-struktur.html](http://www.michanarchy.com/2014/10/geologi-struktur.html)

Aronoff, S. (1989). *Geographic Information System: A Management Perspective*. Ottawa: WDL Publications.

BAKOSURTANAL. (2009). *Atlas Indonesia*. Surabaya: CV. Indo Prima Sarana.

BSN. (2005). *Penyusunan Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah*. SNI 13-7124-2005.

Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2001). *Geographic Information Systems and Science*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.

- Mojokerto, B. K. (2015, 04 28). *mojokertokab.go.id*. Retrieved from mojokertokab.go.id/index.php?mn=profda&vi=geografis#top
- OE, Y. (2013, 03 15). *konstruksimania.blogspot.co.id*. Retrieved from [konstruksimania.blogspot.co.id](http://konstruksimania.blogspot.co.id/2013/03/erosi.html): <http://konstruksimania.blogspot.co.id/2013/03/erosi.html>
- Prahasta, E. (2009). *Sistem Informasi Geografis Konsep-konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika)*. Bandung: Informatika.
- Rukdijati, E. (2015, september 03). *antarapapua.com*. Retrieved from [papua.antaranews.com](http://papua.antaranews.com/berita/451753/sar-hentikan-evakuasi-korban-longsor-di-apalapsili): <http://papua.antaranews.com/berita/451753/sar-hentikan-evakuasi-korban-longsor-di-apalapsili>
- Sasrawan, H. (2013, 06 03). *Tanah litosol*. Retrieved from hedisasrawan.blogspot.co.id/2013/06/tanah-litosol.html
- Sy, A. (2012, August 4). *lensa indonesia*. Retrieved from [lensaindonesia.com](http://www.lensaindonesia.com/2012/08/04/akibat-berbukit-lereng-terjal-maluku-diyakini-makin-terancam.html): <http://www.lensaindonesia.com/2012/08/04/akibat-berbukit-lereng-terjal-maluku-diyakini-makin-terancam.html>
- Yunarto. (2012). Teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Pemetaan Zona Kerentanan Gerakan Tanah dengan Metode Tidak Langsung di Kabupaten Kuningan. *Buletin Geologi Tata Lingkungan*, 75-86.

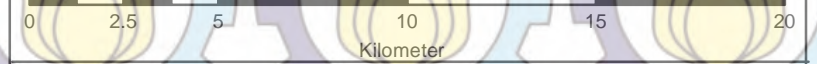
LAMPIRAN A

PETA LITOLOGI KABUPATEN & KOTA MOJOKERTO

U



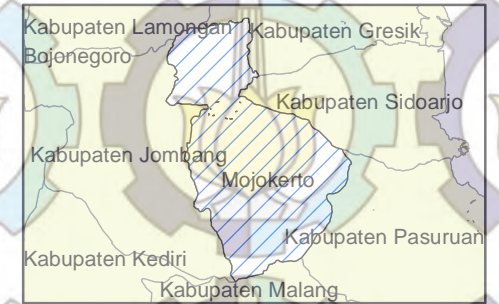
SKALA 1:200.000



Legenda

- Batas Kecamatan
- Batas Kabupaten
- geologi mojokerto**
- Keterangan**
- QTI
- QTP
- Qa
- Qp
- Qpat
- Qpj
- Qpk
- Qpva
- Qv
- Qvaw
- Qvdl
- Tpso
- Qpnv

SISTEM PROYEKSI : UTM ZONA 49 S
DATUM : WGS84



SUMBER:

-PETA GEOLOGI INDONESIA WILAYAH JAWA TIMUR

KETERANGAN:

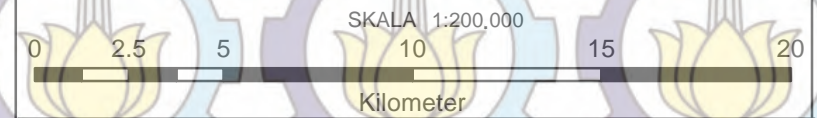
PETA INI DIGUNAKAN SEBAGAI PETA PARAMETER DALAM
PENENTUAN ZONA GERAKAN TANAH WILAYAH KABUPATEN
DAN KOTA MOJOKERTO

DIBUAT OLEH:
ROBBY ARAFAD 3511100066

DOSEN PEMBIMBING:
YANTO BUDISUSANTO, ST, M.Eng.



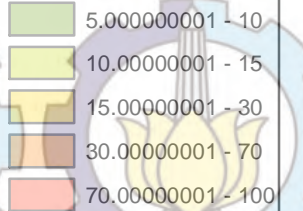
JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015

PETA KEMIRINGAN LERENG
KABUPATEN & KOTA MOJOKERTO

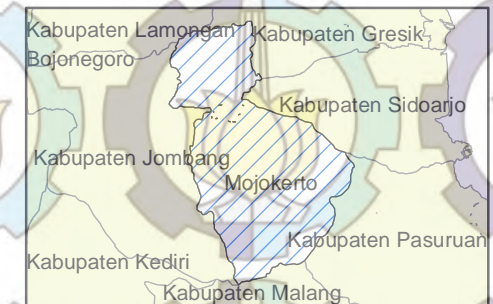
Legenda

----- Batas Kecamatan
----- Batas Kabupaten

Persentase Kemiringan Lereng (%)



SISTEM PROYEKSI : UTM ZONA 49 S
DATUM : WGS84



SUMBER:

-DEM SRTM 30 M

KETERANGAN:

PETA INI DIGUNAKAN SEBAGAI PETA PARAMETER DALAM
PENENTUAN ZONA GERAKAN TANAH WILAYAH KABUPATEN
DAN KOTA MOJOKERTO

DIBUAT OLEH:
ROBBY ARAFAD 3511100066

DOSEN PEMBIMBING:
YANTO BUDISUSANTO, ST, M.Eng.

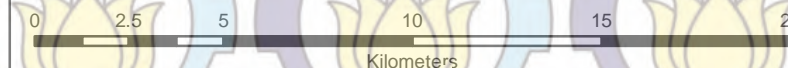


JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015

PETA PENGGUNAAN LAHAN KABUPATEN & KOTA MOJOKERTO



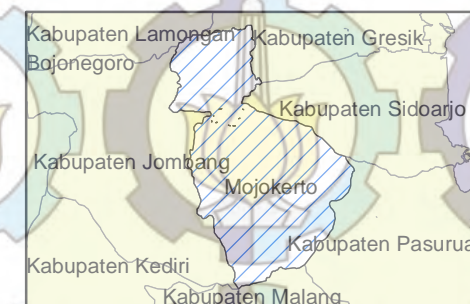
SKALA 1:200.000



Legenda

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| ----- Batas Kecamatan | Perkebunan |
| ----- Batas Kabupaten | Hutan lahan kering |
| Pemukiman | alang-alang |
| sawah | |

SISTEM PROYEKSI : UTM ZONA 49 S
DATUM : WGS84



SUMBER:
-PETA RBI INDONESIA SKALA 1:25.000

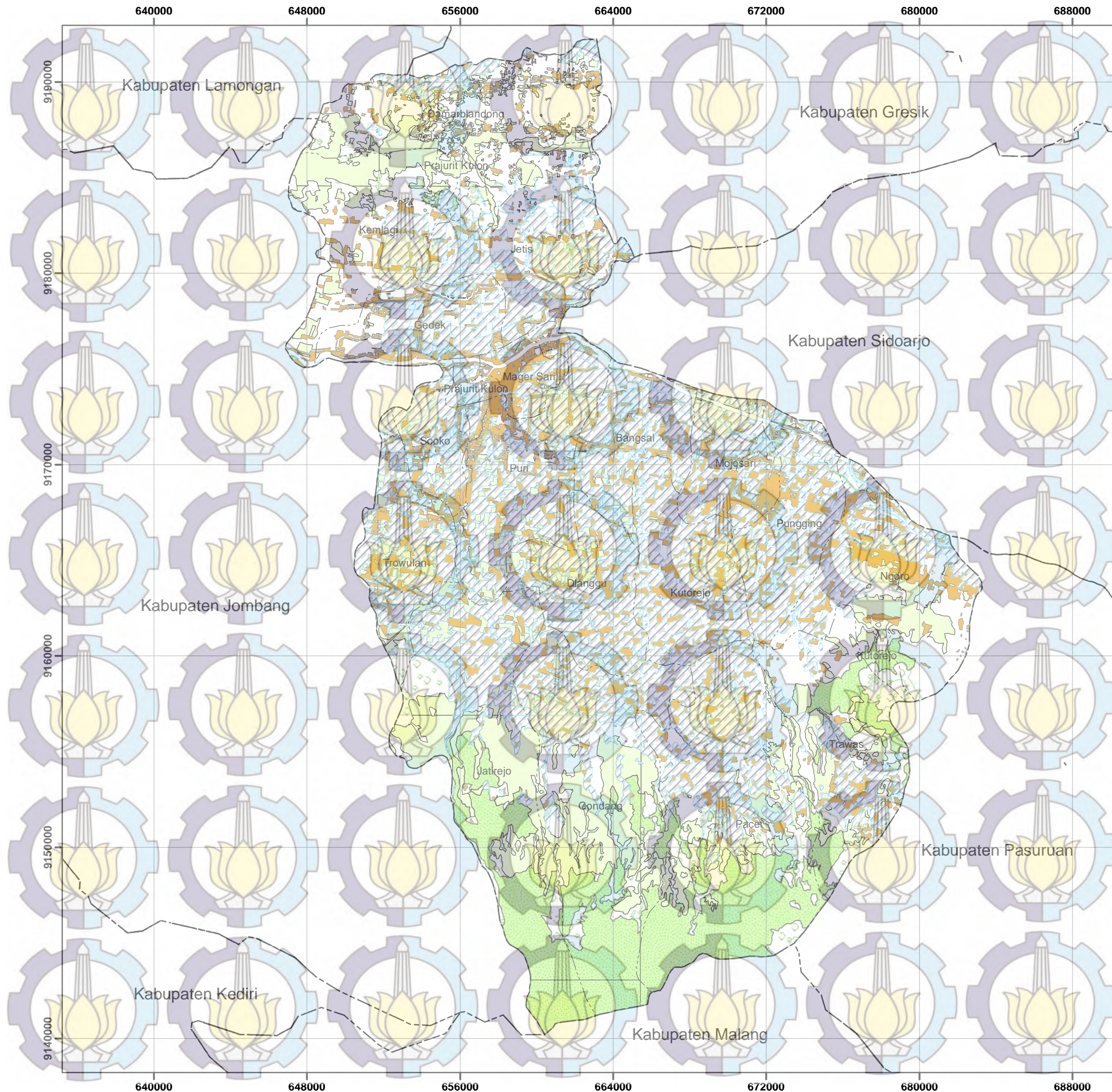
KETERANGAN:
PETA INI DIGUNAKAN SEBAGAI PETA PARAMETER DALAM PENENTUAN
ZONA KERENTANAN GERAKAN TANAH

DIBUAT OLEH:
ROBBY ARAFAD 3511100066

DOSEN PEMBIMBING:
YANTO BUDISUSANTO, ST, M.Eng.

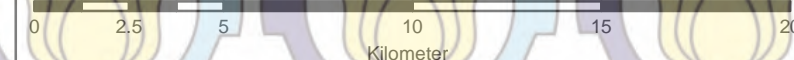


JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015



PETA ZONA KERENTANAN GERAKAN TANAH
KABUPATEN & KOTA MOJOKERTO

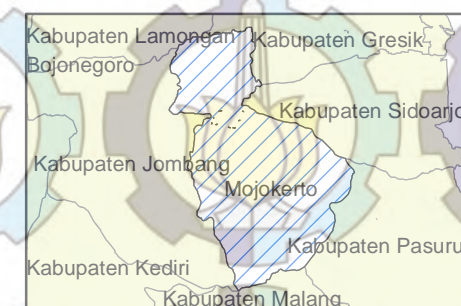
SKALA 1:200,000



Legenda

- Batas Kecamatan
- Batas Kabupaten
- Kerentanan gerakan tanah sangat rendah
- Kerentanan gerakan tanah rendah
- Kerentanan gerakan tanah menengah
- Kerentanan gerakan tanah tinggi

SISTEM PROYEKSI : UTM ZONA 49 S
DATUM : WGS84



SUMBER:
-PETA RBI INDONESIA SKALA 1:25.000
-PETA GEOLOGI INDONESIA WILAYAH JAWA TIMUR
-DEM SRTM 30 M

KETERANGAN:

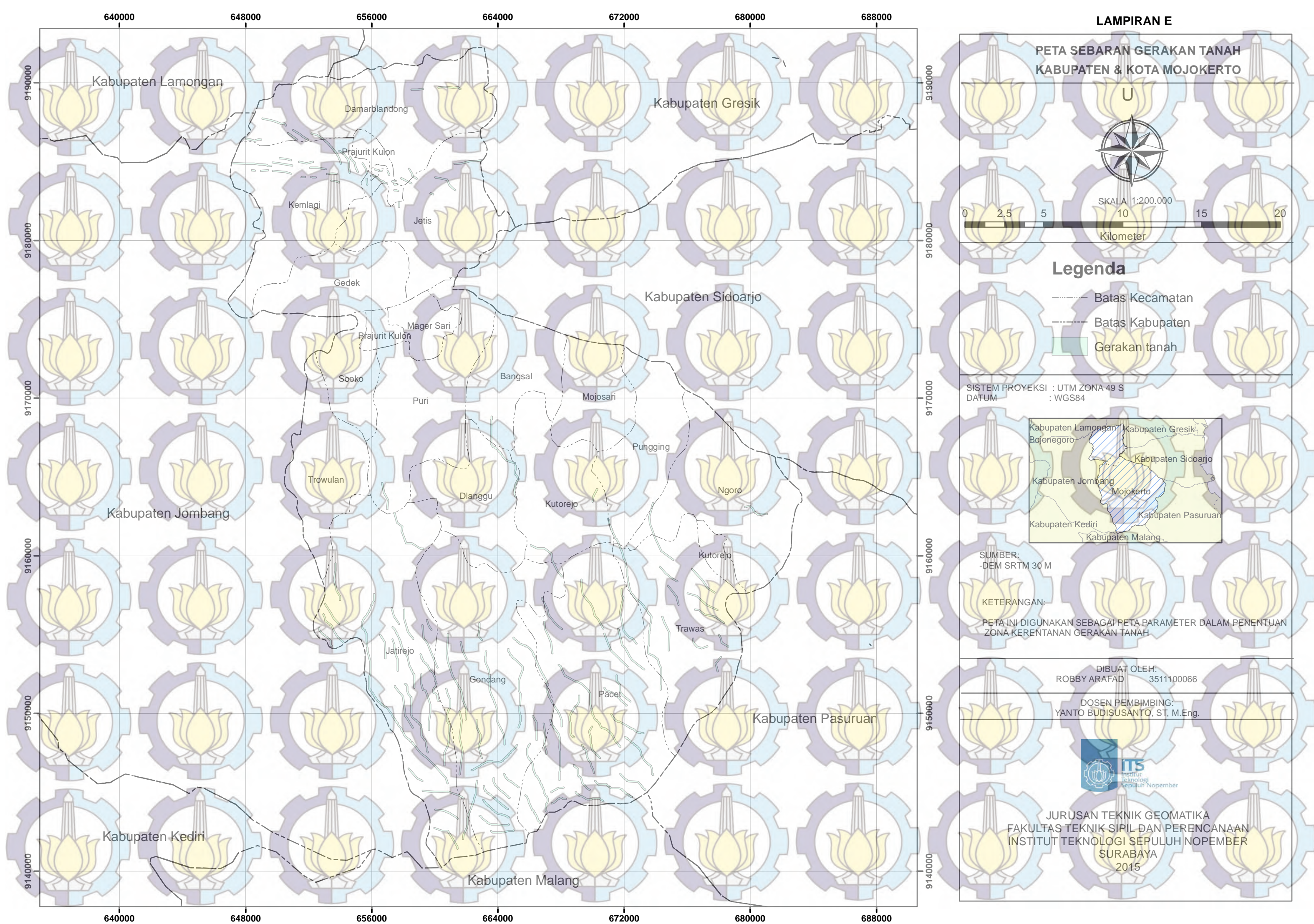
PETA INI MERUPAKAN PETA ZONA GERAKAN TANAH
WILAYAH KABUPATEN DAN KOTA MOJOKERTO
HASIL ANALISIS MENGGUNAKAN METODE TIDAK LANGSUNG.

DIBUAT OLEH:
ROBBY ARAFAD 3511100066

DOSEN PEMBIMBING:
YANTO BUDISUSANTO, ST, M.Eng.



JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015



LAMPIRAN III KEPUTUSAN MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL**NOMOR : 1452 K/10/ME/M/2000****TANGGAL : 3 November 2000****PEDOMAN TEKNIS PEMETAAN ZONA KERENTANAN GERAKAN TANAH****I PENDAHULUAN**

Keperluan informasi gerakan tanah di Indonesia mulai dirasakan perlu sejak kisaran tahun 1980 antara lain untuk menunjang perencanaan pembuatan jaringan jalan, bendungan, perumahan/pemukiman, maupun pengembangan wilayah dalam upaya mitigasi bencana alam gerakan tanah.

Dalam dekade terakhir terasa bahwa bencana alam gerakan tanah makin sering terjadi dan banyak mengakibatkan korban jiwa, kehancuran lahan, dan infrastruktur. Karena itu perlu adanya suatu bentuk informasi mengenai tingkat kerentanan suatu daerah untuk terkena atau terjadi gerakan tanah. Bentuk informasi ini diwujudkan dalam suatu peta zona kerentanan gerakan tanah. Sehingga informasi kerentanan gerakan tanah sebagai informasi awal, untuk analisa resiko terjadinya bencana dan analisa kebutuhan penanggulangan bencana serta sebagai acuan dasar untuk pengembangan wilayah berikut pembangunan infrastruktur.

II. TUJUAN

Tujuan dibuatnya pedoman ini adalah untuk memberi acuan dalam melakukan pemetaan zona kerentanan gerakan tanah agar dapat diperoleh keseragaman arti dan kualitas peta zona kerentanan gerakan tanah.

III. PENGERTIAN

1. Zona kerentanan gerakan tanah adalah suatu areal/ daerah yang mempunyai derajat kerentanan relatif (relative susceptibility) untuk terjadi gerakan tanah.
2. Pedoman pemetaan zona kerentanan gerakan tanah adalah tata cara atau prosedur baku dengan persyaratan minimal yang dipergunakan untuk menentukan derajat kerentanan relatif suatu areal/daerah untuk dapat terjadi gerakan tanah.
3. Peta zona kerentanan gerakan tanah adalah peta yang memberi/muat informasi tentang tingkat kecenderungan untuk dapat terjadi gerakan tanah di suatu daerah.
4. Gerakan tanah adalah perpindahan material pembentuk lereng, berupa batuan, bahan

timbunan, tanah atau material campuran tersebut, bergerak ke arah bawah dan keluar lereng (Varnes, D.J., 1978).

5. Peta parameter adalah peta-peta tematik yang dipergunakan sebagai peta dasar dalam analisis tumpang tindih (overlying) untuk penentuan kriteria zona kerentanan gerakan tanah. Peta parameter yang digunakan adalah peta geologi, peta sudut lereng dan peta tata lahan.
6. Peta geologi adalah peta yang menggambarkan sebaran tiap satuan/formasi batuan, struktur geologi dan susunan stratigrafinya.
7. Peta sudut lereng adalah peta yang menggambarkan besarnya sudut lereng suatu wilayah. Pembagian sudut lereng tersebut dikelompokkan dalam kisaran 0-5%, 5-10%, 10-15%, 15-30%, 30-70% dan >70%.
8. Peta tata lahan adalah peta yang menggambarkan penggunaan lahan suatu wilayah saat ini dan dikelompokkan dalam lahan hutan, perkebunan, kebun campuran, tegalan, sawah dan pemukiman/perkampungan.
9. Unit adalah daerah satuan kelompok batuan yang mempunyai kesamaan dalam peta geologi.
10. Klas adalah daerah yang mempunyai kisaran kemiringan lereng sama dalam suatu peta sudut lereng.
11. Tipe adalah daerah yang mempunyai kesamaan dalam penggunaan lahan pada peta tata lahan.
12. Peta sebaran gerakan tanah adalah peta yang menggambarkan sebaran gerakan tanah pada suatu wilayah.
13. Skala peta adalah perbandingan jarak di peta dengan jarak sebenarnya yang dinyatakan dengan angka atau garis atau gabungan keduanya.
14. Pembagian batasan ukuran gerakan tanah adalah dibagi sebagai :
 - a Gerakan tanah besar, mempunyai lebar maksimum lebih besar dari 150 m.
 - b Gerakan tanah kecil, mempunyai lebar maksimum 15 m sampai 150 m.
 - c Gerakan tanah sangat kecil, mempunyai lebih kurang dari 15m.

15. Lebar gerakan tanah adalah ukuran lebar maksimal pada sumbu yang tegak lurus arah gerakan dari gerakan tanah.

IV. LINGKUP KEGIATAN

Pedoman ini meliputi persyaratan teknik dan metode pemetaan sebagai berikut :

1. Persyaratan Teknik

a. Persyaratan Peta

Peta tematik dan peta sebaran gerakan tanah disyaratkan mempunyai skala yang sama, dan terdigitasi dalam bentuk poligon.

b. Pembagian Zona Kerentanan Gerakan Tanah

Zona kerentanan gerakan tanah dapat dibagi sebanyak banyaknya menjadi 4 (empat) yaitu :

- 1) Zona kerentanan gerakan tanah tinggi merupakan daerah yang secara umum mempunyai kerentanan tinggi untuk terjadi gerakan tanah. Gerakan tanah berukuran besar sampai sangat kecil telah sering terjadi dan akan cenderung sering terjadi.
- 2) Zona kerentanan gerakan tanah menengah merupakan daerah yang secara umum mempunyai kerentanan menengah untuk terjadi gerakan tanah. Gerakan tanah besar maupun kecil dapat terjadi terutama di daerah yang berbatasan dengan lembah sungai, gawir, tebing pemotongan jalan dan pada lereng yang mengalami gangguan. Gerakan tanah masih mungkin dapat aktif kembali terutama oleh curah hujan yang tinggi.
- 3) Zona kerentanan gerakan tanah rendah merupakan daerah yang secara umum terjadi gerakan tanah. Pada zona ini gerakan tanah umumnya jarang terjadi kecuali jika mengalami gangguan pada lerengnya.
- 4) Zona kerentanan gerakan tanah sangat rendah, merupakan daerah yang mempunyai kerentanan sangat rendah untuk terjadi gerakan tanah. Pada zona ini sangat jarang atau hampir tidak pernah terjadi gerakan tanah. Tidak ditemukan adanya gejala-gejala gerakan tanah lama atau baru kecuali pada daerah sekitar tebing sungai. Umumnya merupakan daerah datar sampai landai dan tidak dibentuk oleh

onggokan material gerakan tanah maupun lempung mengembang.

2. Metode Pemetaan Zona Kerentanan Gerakan Tanah.

Metode analisis yang dipergunakan adalah metode analisis gabungan antara metode pemetaan tidak langsung dan metode pemetaan langsung. Pekerjaan ini menggunakan cara SIG dan sebagai gambaran dapat dilihat pada Gambar 1.

Cara tidak langsung adalah dengan prosedur analisis tumpang tindih (overlaying) untuk mencari pengaruh faktor-faktor yang terdapat pada peta-peta parameter terhadap sebaran (distribusi) gerakan tanah, kemudian dengan analisis menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografi) dapat ditentukan zonasi kerentanan gerakan tanahnya (dijelaskan dalam 2a).

Cara langsung adalah dengan langsung memetakan di lapangan dengan memperhitungkan faktor : morfologi, geologi, struktur dan lain-lain (dijelaskan dalam 2b).

Cara gabungan adalah kedua peta zona kerentanan gerakan tanah cara tidak langsung dan cara langsung ditumpang tindih sehingga menghasilkan peta zona kerentanan gerakan tanah final/goal map (dijelaskan dalam 2c.).

a. Metoda Tidak Langsung

Metoda ini didasarkan atas perhitungan kerapatan (density) gerakan tanah dan nilai bobot (weight value) dari masing-masing unit/klas/tipe pada setiap peta parameter. Dua cara perhitungan dapat dilakukan, yaitu perhitungan berdasarkan luas gerakan tanah dan perhitungan berdasarkan jumlah dari gerakan tanahnya. Dalam pekerjaan ini digunakan perhitungan berdasarkan luas gerakan tanahnya.

$$\text{Kerapatan (unit/klas/tipe)} = \frac{\text{Luas gerakan tanah pada (unit/klas/tipe)}}{\text{Luas (unit/klas/tipe)}}$$

Sedangkan nilai bobot dari tiap unit/klas/tipe pada setiap peta parameter dihitung sebagai berikut :

$$\text{Nilai bobot (unit/klas/tipe)} = \frac{\text{Luas gerakan tanah pada (unit/klas/tipe)}}{\text{Jumlah Luas (unit/klas/tipe)}} - \frac{\text{Luas seluruh gerakan tanah pada peta}}{\text{Luas seluruh daerah peta}}$$

Tiap unit/klas/tipe dari individu peta parameter telah ditumpang tindih dengan peta distribusi gerakan tanah pada tiap unit/klas/tipenya. Metode ini disebut metode statistik.

Tahapan dan prosedur perhitungan adalah sebagai berikut :

- 1) Tumpang tindih antara peta parameter dan peta distribusi penyebaran gerakan tanah
- 2) Hitung luas daerah yang terkena gerakan tanah, dan luas seluruh peta.
- 3) Hitung kerapatan gerakan tanah (dalam persen) pada seluruh daerah peta.
- 4) Hitung kerapatan gerakan tanah (dalam persen) pada setiap unit/klas/tipe.
- 5) Hitung nilai bobot pada tiap unit/klas/tipe.
- 6) Pemberian nomor (urutan) nilai bobot pada tiap peta parameter.
- 7) Membuat tabel klasifikasi untuk mengklasifikasi ulang nilai bobot berdasarkan peta parameter.
- 8) Jumlahkan semua nilai bobot dari tiap peta parameter.
- 9) Klasifikasikan hasil dari penjumlahan maksimal dibagi menjadi 4 zona, yaitu zona : Kerentanan sangat rendah, rendah, menengah dan tinggi.

Hasil penjumlahan tersebut akan mempunyai kisaran dari nilai negatif hingga nilai positif tertentu. Misal dari -5 sampai dengan +8, sesuai bobot pada peta. Cara pembagian zona adalah terdiri dari : Sangat rendah, rendah, menengah dan tinggi, dengan patokan yang dapat digunakan adalah pada batas nilai 0 untuk batas antara zona rendah dan menengah. Selanjutnya semua nilai negatif dibagi dua menjadi zona sangat rendah dan rendah. Sedangkan semua nilai positif dibagi dua zona juga menjadi zona menengah dan tinggi.

Contoh : Hasil penjumlahan : -5 sampai dengan +8
Dalam tabel dapat dibuat klasifikasi sebagai berikut :

-5	
-4	Zona sangat rendah
-3	
-2	Zona rendah
-1	
0	Batas antara zona rendah dan zona menengah
1	
2	Zona menengah
3	
4	
5	
6	Zona tinggi
7	
8	

b) Metoda Langsung

Kriteria untuk zona kerentanan gerakan tanah ini didasarkan pada kondisi lapangan, yang meliputi :

- 1) Penelitian gerakan tanah di lapangan, meliputi :
 - a) Morfologi
 - b) Kondisi keairan
 - c) Pengambilan contoh tanah/batuan.
 - d) Geologi
 - e) Kondisi tata lahan
 - f) Struktur Geologi
 - g) Aktifitas manusia
 - h) Keterdapatan gerakan tanah.
- 2) Mempelajari sifat fisik dan keteknikan tanah hasil uji laboratorium.
- 3) Melakukan analisis balik untuk mencari nilai kuat geser pada saat harga faktor keamanan (F) = 1
- 4) Melakukan analisis kemantapan lereng
- 5) Menyusun tingkat kerentanan gerakan tanah.

Seperti halnya pada zona kerentanan yang dihasilkan dari proses statistik/pemetaan tidak langsung, pemetaan langsung juga dibagi maksimal dalam 4 (empat) zona, yaitu : Kerentanan sangat rendah, rendah, menengah dan tinggi.

Untuk lebih jelasnya lihat Gambar 2 (Petunjuk Pemetaan Zona Kerentanan Gerakan Tanah dengan Pemetaan Langsung)

c) Metoda penggabungan

Dari dua peta yang telah dihasilkan yaitu hasil metoda pemetaan tidak langsung dan metode pemetaan langsung ditumpang tindihkan sehingga dihasilkan peta final

Penentuan nilai final (lihat tabel di bawah) didasarkan pada penilaian profesional (Profesional judgement).

Contoh penggabungan adalah sebagai berikut :

Penetaan Tidak Langsung	Penetaan Langsung	Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Final (*)
1	1	1
1	2	1
1	3	2
1	4	3
2	1	1
2	2	2
2	3	3
2	4	3
3	1	2
3	2	3
3	3	3
3	4	4
4	1	2
4	2	3
4	3	4
4	4	4

Keterangan :

- 1 = Kerentanan Gerakan Tanah Sangat Rendah
- 2 = Kerentanan Gerakan Tanah Rendah
- 3 = Kerentanan Gerakan Tanah Menengah
- 4 = Kerentanan Gerakan Tanah Tinggi

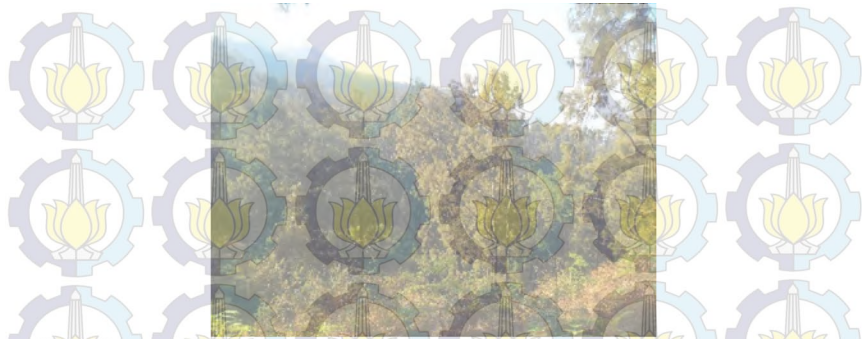
(*) Penentuan angka-angka pada kolom tersebut di atas agar didasarkan penilaian secara profesional

Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral

td.

Purnomo Yudiantoro

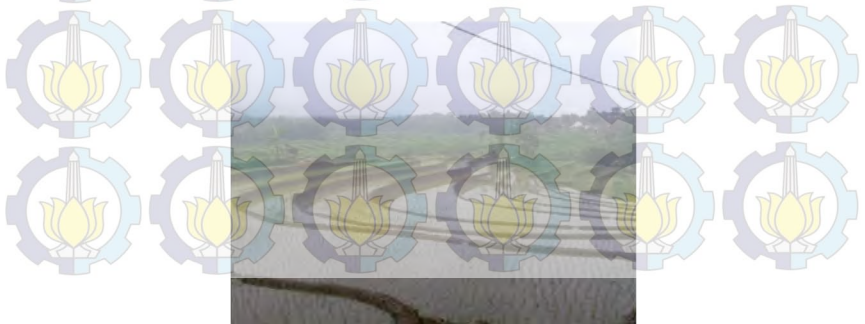
1. $7^{\circ}41'57.797''$ LS, $112^{\circ}32'58.459''$ BT (Menengah)



2. $7^{\circ}39'1.159''$ LS, $112^{\circ}36'11.671''$ BT (Rendah)



3. $7^{\circ}38'20.4''$ LS, $112^{\circ}34'44.4''$ BT (Rendah)



4. Tinggi $7^{\circ}40'1.2''$ LS, $112^{\circ}34'1.2''$ BT



5. Rendah ($7^{\circ}23'24''$ S, $112^{\circ}26'20.4''$ E)



6. Rendah ($7^{\circ}22'33.6''$ S $112^{\circ}27'32.4''$ E)



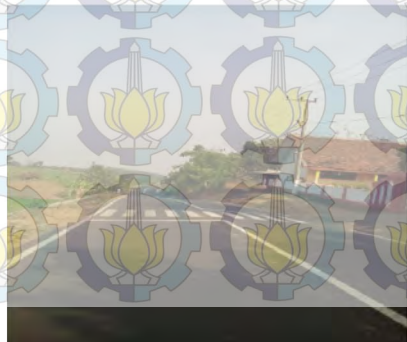
7. Rendah ($7^{\circ}32'6''\text{S}$, $112^{\circ}32'56.4''\text{E}$)



8. Sangat Rendah ($7^{\circ}28'33.6''\text{S}$, $112^{\circ}25'48''\text{E}$)



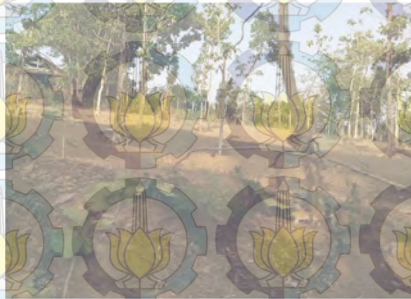
9. Sangat Rendah ($7^{\circ}26'56.4''\text{S}$, $112^{\circ}25'48''\text{E}$)



10. Sangat Rendah ($7^{\circ}29'56.4''\text{S}$, $112^{\circ}25'12''\text{E}$)



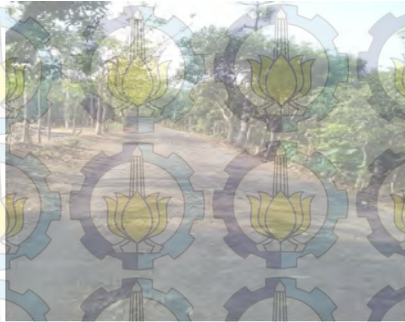
11. Rendah ($7^{\circ}45'32.4''\text{S}$, $112^{\circ}34'26.4''\text{E}$)



12. Rendah ($7^{\circ}33'32.4''\text{S}$, $112^{\circ}35'45.6''\text{E}$)



13. Rendah ($7^{\circ}35'49.2''\text{S}$, $112^{\circ}28'33.6''\text{E}$)



14. Rendah ($7^{\circ}34'40.8''\text{S}$, $112^{\circ}28'12''\text{E}$)



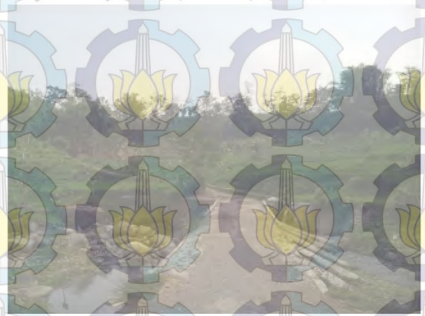
15. Sangat rendah ($7^{\circ}27'25.2''\text{S}$, $112^{\circ}24'50.4''\text{E}$)



16. Sangat rendah ($7^{\circ}27'28.8''\text{S}$, $112^{\circ}25'30''\text{E}$)



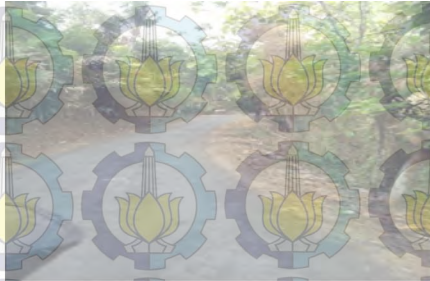
17. Sangat Rendah ($7^{\circ}27'0''\text{S}$, $112^{\circ}26'49.2''\text{E}$)



18. Rendah ($112^{\circ}28'15.6''\text{E}$, $7^{\circ}28'55.2''\text{S}$)



19. Rendah ($7^{\circ}31'30''\text{S}$, $112^{\circ}30'50.4''\text{E}$)



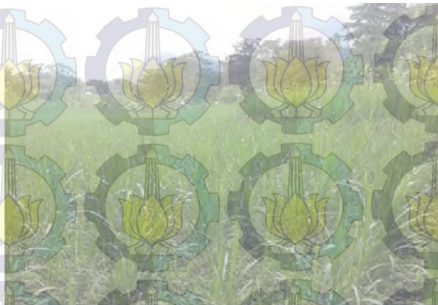
20. Rendah ($7^{\circ}37'4.8''\text{S}$, $112^{\circ}30'36''\text{E}$)



21. Rendah ($7^{\circ}35'16.8''\text{S}$, $112^{\circ}33'0''\text{E}$)



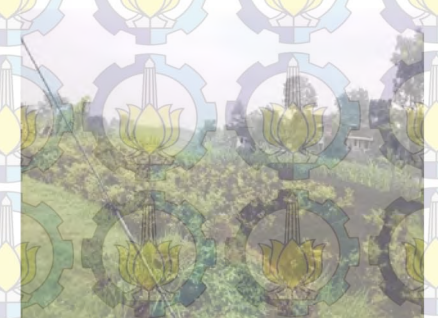
22. Rendah ($7^{\circ}35'27.6''\text{S}$, $112^{\circ}24'57.6''\text{E}$)



23. Rendah ($7^{\circ}35'42''\text{S}$, $112^{\circ}35'13.2''\text{E}$)



24. Rendah ($7^{\circ}34'48''\text{S}$, $112^{\circ}32'6''\text{E}$)



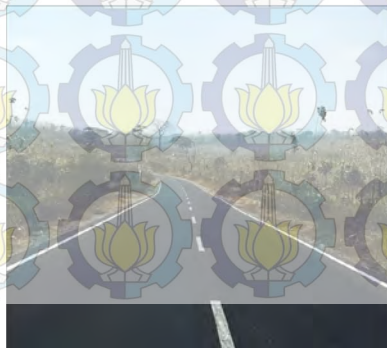
25. Rendah ($7^{\circ}34'33.6''\text{S}$, $112^{\circ}30'3.6''\text{E}$)



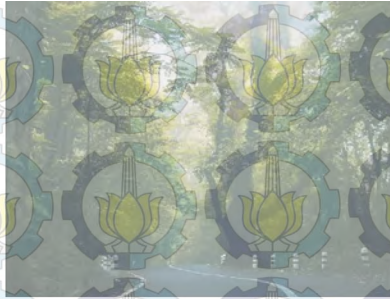
26. Menengah ($7^{\circ}39'32.4''\text{S}$, $112^{\circ}33'54''\text{E}$)



27. Sangat rendah ($7^{\circ}33'54''\text{S}$, $112^{\circ}23'9.6''\text{E}$)



28. Menengah ($7^{\circ}38'38.4''\text{S}$, $112^{\circ}34'58.8''\text{E}$)



29. Rendah ($7^{\circ}39'3.6''\text{S}$, $112^{\circ}34'26.4''\text{E}$)



30. Tinggi ($7^{\circ}40'19.2''\text{S}$, $112^{\circ}35'6''\text{E}$)



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Peta Litologi

LAMPIRAN B Peta Kemiringan Lereng

LAMPIRAN C Peta Penggunaan Lahan

LAMPIRAN D Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah

LAMPIRAN E Peta Sebaran Gerakan Tanah

LAMPIRAN F Hasil Verifikasi Lapangan





Robby Arafad, lahir pada 31 Mei 1993 di Tembilahan, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara pasangan Fuad Basyuni dan Jamiah. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Nurul Iman Tembilahan, SD Negeri 047 Tembilahan, SMP Negeri 1 Tembilahan dan SMA Negeri Plus Provinsi Riau, Pekanbaru. Setelah lulus dari SMA pada tahun 2011, Penulis

melanjutkan pendidikan tinggi Strata 1 di Jurusan Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Penulis terdaftar dengan NRP 3511100066. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah mengikuti beberapa kegiatan organisasi kampus dan di luar kampus, serta beberapa kali pernah terlibat dalam *project* dalam bidang keilmuan Geomatika. Pada akhir masa pendidikannya, penulis memilih keahlian Geospasial untuk dijadikan studi tugas akhir dengan judul, “Pemetaan Zona Kerentanan Gerakan Tanah dengan Menggunakan Metode Tidak Langsung Berdasarkan Keputusan Menteri ESDM No. 1452/K/10/Mem/2000 (Studi Kasus : Kabupaten dan Kota Mojokerto)”